



I. Nombre del área que clasifica.

Oficina de Representación en el Estado de Durango

II. Identificación del documento del que se elabora la versión pública

SEMARNAT 04 002 A Recepción, evaluación y resolución de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular tipo A No incluye Actividad Altamente Riesgosa. 10/MP-0292/03/25.

III. Partes o secciones clasificadas, así como las páginas que la conforman.

RFC y CURP particular. Páginas: 1 y 46

IV. Fundamento legal, indicando el nombre del ordenamiento, el o los artículos, fracción(es), párrafo(s) con base en los cuales se sustente la clasificación; así como las razones o circunstancias que motivaron la misma.

La información señalada se clasifica como confidencial con fundamento en los artículos 115 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP. Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.

V. Firma del titular del área.

Dr. Marco Antonio Ávila Chávez

VI. Fecha, número e hipervínculo al acta de la sesión de Comité donde se aprobó la versión pública.

ACTA_10_2025_SIPOT_IT_2025_ART69 en sesión celebrada el 22 de abril de 2025.

Disponible para su consulta en:

http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2025/SIPOT/ACTA_10_2025_SIPOT_IT_2025_ART69.pdf



**MANIFIESTO AL IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD PARTICULAR**

**PROYECTO: EXPLOTACIÓN DE ARCILLA
DE BENTONITA EN EL EJIDO SAN
LUIS DEL CORDERO, DURANGO**

SECTOR: MINERO

DURANGO, DGO.

MARZO 2025

ASUNTO: Se solicita resolución en Materia de Impacto Ambiental del proyecto: **Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango**

Victoria de Durango, Dgo.
07 de marzo de 2025

Dr. Marco Antonio Ávila Chávez
Subdelegado de Planeación y Fomento Sectorial
Delegación Federal de SEMARNAT en Durango

P R E S E N T E

Adjunto al presente enviamos a Usted la documentación para solicitar la autorización en materia de Impacto Ambiental del proyecto: **EXPLORACIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA EN EL EJIDO SAN LUIS DEL CORDERO, DURANGO**, con fundamento en los artículos 4; 5 fracciones II, X, y XI; 15 fracciones II, IV, VI, XI y XII; 28 primer párrafo y fracción VII; 30 primer párrafo; 34 primer párrafo y 35 primer, segundo y último párrafo de la fracción II de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Así mismo, en cumplimiento a los artículos 2; 3 fracción I Ter; 4 fracciones I VI y VII; 5 incisos K) fracción III y O) fracción II; 12; 14; 17; 37; 38; 44; 45; 48 y 49 del reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental. Por lo anterior, anexamos al presente la documentación siguiente.

- ✓ Copia simple de la identificación oficial y CURP del Promovente.
- ✓ Copia certificada del acta de asamblea del nombramiento de las autoridades ejidales (acta de elección de autoridades, credenciales otorgadas por RAN).
- ✓ Copia simple del acta de anuencia por parte de los titulares del terreno donde se realizará el Cambio de Uso de Suelo.
- ✓ Copia simple de la carpeta básica del núcleo agrario que amparan la titularidad del terreno forestal.
- ✓ El Manifiesto de Impacto Ambiental en su modalidad Particular impreso y en formato digital.
- ✓ Original y copias del pago de derechos fiscales.
- ✓ Un resumen ejecutivo impreso y en formato digital.

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

ATENTAMENTE

C. Ignacio Maldonado Amancio
Presidente del Comisariado

C. Maura Elvia Chávez Gándara
Secretario del Comisariado

C. Alfredo García Meraz
Tesorero del Comisariado

Victoria de Durango, Dgo.
07 de marzo de 2025

Dr. Marco Antonio Ávila Chávez
Subdelegado de Planeación y Fomento Sectorial
Delegación Federal de SEMARNAT en Durango
P R E S E N T

Por medio de la presente declaro bajo protesta de decir verdad, que los resultados que se obtuvieron en el **E STUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD PARTICULAR (MIAP)** del proyecto: **EXPLORACIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA EN EL EJIDO SAN LUIS DEL CORDERO, DURANGO.**, fue a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, 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 del área de influencia ambiental.

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

CONTENIDO

I. INFORMACIÓN GENERAL.....	11
I.1. Proyecto.....	11
I.1.1. Nombre.....	11
I.1.2. Ubicación.....	11
I.1.3. Tiempo de vida útil.....	12
I.1.4. Presentación de la documentación legal.....	12
I.2. Promovente.....	12
I.2.1. Nombre o razón social.....	12
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes.....	12
I.2.3. Dirección para recibir u oír notificaciones.....	12
I.3. Responsable de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental.....	12
I.3.1. Nombre o razón social.....	12
I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes y CURP.....	12
I.3.3. Dirección.....	13
I.3.4. Profesión y número de cedula profesional.....	13
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	13
II.1. Información general.....	13
II.1.1. Naturaleza.....	13
II.1.1.1. Objetivos.....	14
II.1.1.2. Uso de suelo.....	14
II.1.2. Criterio de ordenamiento ecológico del territorio.....	14
II.1.3. Tipificación de la obra.....	15
II.1.4. Selección del sitio.....	15
II.1.5. Ubicación física y planos de localización.....	15
II.1.5.1. Tipo de propiedad.....	16
II.1.6. Inversión requerida.....	17
II.1.6.1. Capital requerido.....	17
II.1.6.2. Período de recuperación.....	18
II.1.6.3. Costos para realizar las medidas de prevención y mitigación.....	19
II.1.7. Dimensiones.....	19
II.1.7.1. Superficie total.....	19
II.1.7.1.1. Superficie de CUSTF.....	19
II.1.7.2. Superficie de obras permanentes.....	21
II.1.8. Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua.....	21
II.1.9. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.....	23
II.1.9.1. Políticas de crecimiento futuro.....	24
II.2. Características particulares.....	24
II.2.1. Programa general de trabajo.....	24
II.2.1.1. Estudios de campo y gabinete.....	26
II.2.1.1.1. Vegetación que resultara afectada por el CUSTF.....	26
II.2.1.1.2. Estimación del material a extraer y vida útil de la extracción.....	28
II.2.1.2. Preparación de sitio.....	29
II.2.1.2.1. Delimitación del área de trabajo.....	29
II.2.1.2.2. Rescate y reubicación de flora y fauna.....	29
II.2.1.2.3. Remoción de la vegetación forestal.....	29
II.2.1.2.4. Retiro y limpieza de los residuos vegetales.....	30
II.2.1.2.5. Gestión del horizonte superficial.....	30
II.2.1.2.6. Preparación del patio de maniobras y caminos de acceso.....	30

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango.

II.2.1.3.	Operación - mantenimiento.....	31
II.2.1.3.1.	Excavación y despalme de arcilla.....	31
II.2.1.3.2.	Carga de la arcilla.....	31
II.2.1.3.3.	Transporte de la arcilla.....	31
II.2.1.3.4.	Programa de prevención de riegos.....	32
II.2.1.3.5.	Tecnologías que se utilizarán, en especial las que tengan relación directa con la emisión y control de residuos líquidos, sólidos o gaseosos.....	32
II.2.1.3.6.	Control de malezas o fauna nociva.....	34
II.2.1.4.	Abandono de sitio.....	34
II.2.1.4.1.	Nivelación y suavizado de suelo mineral.....	34
II.2.1.4.2.	Reincorporación de capa orgánica al suelo desnudo.....	34
II.2.1.4.3.	Programa de restauración.....	34
II.2.1.4.4.	Programa de reforestación.....	35
II.2.1.4.5.	Programa de abandono definitivo del sitio (monitoreo).....	35
II.2.1.5.	Utilización de explosivos.....	36
II.2.2.	Descripción de las obras asociadas.....	36
II.2.3.	Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.....	36
II.2.3.1.	Residuos no peligrosos.....	36
II.2.3.2.	Residuos peligrosos.....	38
II.2.4.	Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos.....	38
II.2.4.1.	Residuos sólidos urbanos.....	38
II.2.4.2.	Residuos peligrosos.....	39
II.2.4.3.	Residuos de manejo especial.....	39
II.2.4.4.	Aguas residuales.....	39
II.2.5.	Otras fuentes de daño.....	39

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS EN MATERIA AMBIENTAL Y USO DEL SUELO..... 39

III.1.	Programa de desarrollo municipal.....	40
III.2.	Plan estatal de desarrollo.....	40
III.3.	Plan nacional de desarrollo.....	41
III.4.	Programa sectorial de medio ambiente y recursos naturales.....	41
III.5.	Análisis de los instrumentos normativos.....	41
III.5.1.	Leyes.....	42
III.5.2.	Reglamentos.....	43
III.5.3.	Normas oficiales aplicables.....	44
III.6.	Programa de ordenamiento ecológico general del territorio.....	46
III.7.	Programa de ordenamiento ecológico del estado de Durango.....	48
III.8.	Ubicación del sitio en las regiones prioritarias para la conservación.....	50
III.8.1.	Áreas naturales protegidas (ANP).....	50
III.8.2.	Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).....	51
III.8.3.	Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).....	51
III.8.4.	Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).....	51

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL..... 51

IV.1.	Delimitación del área de estudio.....	51
IV.1.1.	Delimitación del área de influencia y su justificación.....	51

IV.1.2.	Delimitación a nivel regional.....	52
IV.1.3.	Delimitación a nivel sitio (puntual o local).....	52
IV.2.	Caracterización del sistema ambiental.....	53
IV.2.1.	Aspectos abióticos.....	53
IV.2.1.1.	Clima.....	53
IV.2.1.2.	Normales climatológicas.....	54
IV.2.1.2.1.	Temperatura.....	55
IV.2.1.2.2.	Precipitación.....	55
IV.2.1.3.	Intemperismos severos.....	57
IV.2.1.4.	Geología.....	58
IV.2.1.4.1.	Geología regional.....	58
IV.2.1.4.2.	Geología local.....	58
IV.2.1.4.3.	Geología del subsuelo.....	59
IV.2.1.4.4.	Geología estructural.....	59
IV.2.1.5.	Fisiografía.....	61
IV.2.1.5.1.	Clasificación de acuerdo con el INEGI.....	61
IV.2.1.5.2.	Relieve.....	63
IV.2.1.6.	Suelos.....	66
IV.2.1.6.1.	Tipos de suelo.....	66
IV.2.1.6.2.	Tipos de erosión presentes y las causas que los originan.....	71
IV.2.1.7.	Hidrología.....	83
IV.2.1.7.1.	Hidrología superficial y subterránea.....	84
IV.2.1.7.2.	Calidad del recurso hídrico.....	86
IV.2.2.	Aspectos bióticos.....	87
IV.2.2.1.	Vegetación.....	87
IV.2.2.1.1.	Tipos de vegetación.....	87
IV.2.2.1.2.	Tipos de vegetación y su distribución.....	88
IV.2.2.2.	Características de la vegetación.....	89
IV.2.2.3.	Especies de importancia económica.....	91
IV.2.2.4.	Especies endémicas y/o en peligro de extinción.....	92
IV.2.2.5.	Análisis de la diversidad vegetal.....	93
IV.2.2.6.	Fauna.....	95
IV.2.2.6.1.	Inventario de especies de fauna silvestre reportadas o avistadas.....	95
IV.2.2.6.2.	Descripción de la metodología de muestreo.....	98
IV.2.2.6.3.	Análisis de la diversidad y abundancia.....	100
IV.2.2.6.4.	Especie de importancia; económica y/o cinegética.....	102
IV.2.3.	Paisaje.....	102
IV.2.4.	Medio socioeconómico.....	105
IV.2.4.1.	Población.....	105
IV.2.5.	Diagnóstico ambiental.....	106
IV.2.5.1.	Integración e interpretación del inventario ambiental.....	106
IV.2.5.1.1.	Inventario ambiental del sitio.....	106
IV.2.5.1.2.	Inventario ambiental del SA.....	108
IV.2.5.2.	Valoración del estado actual.....	109
IV.2.5.3.	Síntesis.....	110
V.	DENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	113
V.1.	Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.....	113
V.1.1.	Indicadores de impacto.....	114
V.1.2.	Lista de verificación de indicadores de impacto.....	115
V.1.3.	Normalización de datos.....	117
V.1.4.	Predicción del impacto (simulación).....	120
V.1.5.	Criterios y metodología de evaluación.....	123

V.1.5.1.	Caracterización y valoración de los impactos.....	123
V.1.5.2.	Identificación y globalización de los impactos adversos.....	132
V.1.6.	Valoración y caracterización de los impactos.....	132
V.2.	Justificación de la mitología utilizada en la evaluación de los impactos ambientales.....	134
VI.	MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	135
VI.1.	Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas.....	135
VI.1.1.	Clasificación de las medidas.....	136
VI.1.2.	Medidas propuestas por cada elemento ambiental.....	136
VI.1.2.1.	Aire.....	136
VI.1.2.2.	Agua.....	136
VI.1.2.3.	Topografía.....	137
VI.1.2.4.	Suelo.....	137
VI.1.2.5.	Paisaje.....	137
VI.1.2.6.	Fauna.....	137
VI.1.2.7.	Flora.....	138
VI.1.2.8.	Sociedad.....	138
VI.1.3.	Programa de atención prioritaria.....	138
VI.1.4.	Programa de rescate y reubicación de fauna.....	138
VI.1.4.1.	Objetivos.....	138
VI.1.4.2.	Metas.....	139
VI.1.4.3.	Descripción de las especies de fauna.....	139
VI.1.4.4.	Actividades.....	142
VI.1.4.4.1.	Capacitación al personal.....	142
VI.1.4.4.2.	Ahuyentamiento de fauna.....	142
VI.1.4.4.3.	Identificación.....	142
VI.1.4.4.4.	Método para el manejo de las especies.....	143
VI.1.4.4.5.	Cronograma.....	147
VI.1.4.4.6.	Seguimiento y evaluación.....	147
VI.1.4.4.7.	Área considerada para el rescate.....	147
VI.1.5.	Programa de conservación de suelo.....	147
VI.1.5.1.	Descripción de las obras de restauración.....	147
VI.1.5.2.	Acomodo de material vegetal.....	148
VI.1.5.3.	Presas de control azolves.....	149
VI.1.5.4.	Resultados esperados del programa.....	150
VI.1.5.5.	Ubicación de las obras.....	150
VI.1.6.	Programa de rescate de especies de flora.....	150
VI.1.6.1.	Selección del sitio de reubicación.....	151
VI.1.6.2.	Capacitación del personal.....	151
VI.1.6.3.	Planificación de la extracción de los individuos.....	151
VI.1.6.4.	Extracción y manejo de los individuos.....	151
VI.1.6.5.	Transporte a la zona de trasplante.....	151
VI.1.6.6.	Plantación en la zona de reubicación.....	151
VI.1.6.7.	Monitoreo y mantenimiento post-trasplante.....	152
VI.1.7.	Programa de reforestación.....	152
VI.1.7.1.	Elección de las especies a reforestar.....	152
VI.1.7.2.	Objetivos.....	152
VI.1.7.3.	Metas.....	152
VI.1.7.4.	Metodología.....	153
VI.1.7.4.1.	Selección de especies.....	153
VI.1.7.4.2.	Determinación de la densidad de reforestación.....	153
VI.1.7.4.3.	Estado físico y sanitario de la planta.....	153
VI.1.7.4.4.	Época de la plantación.....	153

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango.

VI.1.7.4.5.	Técnica de plantación.....	153
VI.1.7.4.6.	Lugares de acopio.....	154
VI.1.7.4.7.	Indicadores de evaluación.....	154
VI.1.7.4.8.	Mantenimiento y monitoreo de la supervivencia de los individuos.....	154
VI.1.7.5.	Programa de actividades.....	155
VI.1.7.6.	Evaluación del rescate y reubicación.....	155
VI.1.7.7.	Sobrevivencia mínima esperada y acciones emergentes.....	155
VI.1.7.8.	Informe de avances y resultados.....	155
VI.1.8.	Actividades de mitigación en las diferentes etapas.....	156
VI.1.9.	Actividades de mitigación como consecuencia del abandono del sitio (abandono definitivo).....	160
VI.1.10.	Sustentabilidad con las medidas de mitigación y prevención aplicadas.....	160
VI.2.	Impactos residuales.....	167
VI.3.	Impactos sinérgicos y acumulativos.....	169
VII.	PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	169
VII.1.	Pronóstico del escenario.....	169
VII.2.	Programa de vigilancia ambiental.....	176
VII.2.1.	Generalidades.....	176
VII.2.2.	Objetivos.....	177
VII.2.3.	Responsables.....	177
VII.2.4.	Metodología.....	178
VII.2.5.	Metas.....	178
VII.2.6.	Seguimiento de las medidas.....	178
VII.2.7.	Indicadores de realización.....	181
VII.2.8.	Indicadores de eficiencia.....	181
VII.2.9.	Análisis, procesamiento de datos o interpretación de resultados.....	181
VII.2.10.	Procesamiento para el control de calidad.....	181
VII.2.11.	Medidas de urgente aplicación.....	181
VII.2.12.	Formatos de apoyo.....	182
VII.2.13.	Otras consideraciones.....	184
VII.3.	Conclusiones.....	184
VIII.	IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.....	190
VIII.1.	Formatos de presentación.....	190
VIII.2.	Planos de localización.....	191
VIII.3.	Fotografías.....	191
VIII.4.	Videos.....	191
IX.	RESPONSIVA TÉCNICA DEL PROYECTO.....	192
X.	BIBLIOGRAFIA.....	193
XI.	LISTA DE ANEXOS.....	197

Índice de cuadros

Cuadro I-1. Acceso al sitio.....	12
Cuadro II-1. Coordenadas geograficas del deposito de arcilla de bentonita.....	15
Cuadro II-2. Presupuesto estimado.....	17
Cuadro II-3. Indicadores financieros y su dictamen de viabilidad.....	18
Cuadro II-4. Superficie requerida para CUSTF.....	19
Cuadro II-5. Coordenadas geograficas UTM de los polígonos propuestos a CUSTF.....	19
Cuadro II-6. Coordenadas geograficas UTM de los polígonos propuesto como patio de maniobra.....	20
Cuadro II-7. Necesidades de mano de obra.....	23
Cuadro II-8. Diagrama general de los plazos por etapa.....	24
Cuadro II-9. Programa general de actividades.....	25
Cuadro II-10. Esquema de muestreo de la superficie propuesta a CUSTF.....	26
Cuadro II-11. Coordenadas geograficas UTM de los sitios de muestreo.....	26
Cuadro II-12. Densidad y cobertura a remover.....	27
Cuadro II-13: Disponibilidad de obras asociadas y provisionales.....	30
Cuadro II-14. Programa de actividades durante el abandono del sitio.....	36
Cuadro II-15. Residuos solidos y de manejo especial generados.....	36
Cuadro II-16. Estimacion de emisiones de CO ₂ por año.....	37
Cuadro II-17. Límites maximos permisibles en decibeles para vehículos y maquinaria.....	37
Cuadro II-18. Relacion de areas y ruidos.....	37
Cuadro II-19. Residuos peligrosos generados en las etapas de construccion y operacion.....	38
Cuadro III-1. Vinculacion de las obras y actividades con las NOM aplicables.....	44
Cuadro III-2. Vinculacion con la UGA Lomerío con mesetas 1.....	49
Cuadro III-3. Areas Naturales Protegidas de competencia federal en el estado de Durango.....	50
Cuadro III-4. Areas Naturales Protegidas de competencia estatal en el estado de Durango.....	50
Cuadro IV-1. Tipos de clima a nivel Sistema Ambiental.....	54
Cuadro IV-2. Tipos de clima a nivel Area de Influencia.....	54
Cuadro IV-3. Estaciones climatologicas con influencia en el SA.....	54
Cuadro IV-4. Registros de temperatura de las estaciones climatologicas del SA.....	55
Cuadro IV-5. Temperaturas ponderadas anuales del SA.....	55
Cuadro IV-6. Registros de precipitacion de las estaciones climatologicas del SA.....	55
Cuadro IV-7. Precipitacion ponderada anual del SA.....	56
Cuadro IV-8. Intemperismos presentes en la region.....	57
Cuadro IV-9. Clase de rocas a nivel SA y AI.....	58
Cuadro IV-10. Superficies de las clases de rocas en el SA y en el AI.....	58
Cuadro IV-11. Descripcion de los componentes fisiograficos del SA.....	62
Cuadro IV-12. Clasificación de la pendiente del SA (FAO, 2009).	64
Cuadro IV-13. Distribucion de la exposicion en el Sistema Ambiental.....	65
Cuadro IV-14. Principales grupos de suelo presentes en el SA.....	66
Cuadro IV-15. Principales grupos de suelo presentes en el AI.....	66
Cuadro IV-16 Tipos de suelo identificados en el SA.....	67
Cuadro IV-17. Tipos de suelos presentes en el AI.....	68
Cuadro IV-18. Tipos de suelos presentes en el sitio.....	68
Cuadro IV-19. Categorías de erosion hídrica de acuerdo al espesor del suelo.....	72
Cuadro IV-20. Ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia en la Republica Mexicana (Cortes, 1991).....	73
Cuadro IV-21. Valores de K de acuerdo con el tipo de suelo de la clasificacion desarrollado por la WRB.....	75
Cuadro IV-22. Valores del factor K considerando el tipo de suelo y textura.....	75
Cuadro IV-23. Valores del factor C.....	78
Cuadro IV-24. Valor de P para las diferentes practicas y eficiencia (Flores Lopez et al., 2003).....	79
Cuadro IV-25. Erosion potencial hídrica en el SA.....	80
Cuadro IV-26. Grado de erosion hídrica actual en el SA.....	80
Cuadro IV-27. Erosion hídrica actual del SA.....	81
Cuadro IV-28. Erosion total para el sitio con el CUSTF.....	81
Cuadro IV-29. Valores para el calculo de la capa de calificacion de textura en suelos no calcareos.....	82

Cuadro IV-30. Metodología de calculo para estimar la tasa de erosion eolica en el sitio a CUSTF.....	83
Cuadro IV-31. Clase de degradacion para erosion eolica (INE, 1988).....	83
Cuadro IV-32. Ubicacion del AI en el sistema hidrológico nacional.....	84
Cuadro IV-33. Tipos de vegetacion del SA.....	87
Cuadro IV-34. Tipos de vegetacion del AI.....	89
Cuadro IV-35. Especies identificadas en el sistema ambiental.....	89
Cuadro IV-36. Valor de importancia ecologica e índices de riqueza y diversidad de las especies en el sitio.....	94
Cuadro IV-37. Listado de especies de fauna silvestre identificadas en el sistema ambiental.....	95
Cuadro IV-38. Características de los transectos para el muestreo de la fauna silvestre en el sistema ambiental.....	99
Cuadro IV-39. Estaciones de observacion de las aves.....	99
Cuadro IV-40. Índices de diversidad y riqueza de especies de los grupos de fauna silvestre.....	101
Cuadro IV-41. Especies de importancia cinegetica.....	102
Cuadro IV-42. Especies de fauna silvestre identificadas en el SA que se encuentran en la NOM-059.....	102
Cuadro IV-43. Valoracion de la calidad visual del paisaje del AI.....	103
Cuadro IV-44. Valoracion de la fragilidad del paisaje.....	104
Cuadro IV-45. Poblados dentro del area de influencia.....	105
Cuadro IV-46. Descripcion del inventario ambiental.....	108
Cuadro IV-47. Valoracion del medio natural.....	110
Cuadro IV-48. Valoracion de la calidad ambiental (resumen).....	112
Cuadro V-1. Lista de verificacion de impactos ambientales.....	115
Cuadro V-2. Lista de verificacion de impactos ambientales.....	116
Cuadro V-3. Indicadores de impacto ambiental.....	118
Cuadro V-4. Metodología de calculo para elaborar las capas raster de las variables ambientales utilizadas en la integracion del ICA.....	118
Cuadro V-5. Metodología de calculo del peso de cada indicador ambiental.....	119
Cuadro V-6. Matriz de Batelle - Columbus para la etapa de preparacion del sitio.....	123
Cuadro V-7. Estimacion del impacto neto en la etapa de preparacion del sitio.....	124
Cuadro V-8. Matriz de Batelle - Columbus para la etapa de operacion y mantenimiento.....	125
Cuadro V-9. Estimacion del impacto neto en la etapa de operacion y mantenimiento.....	126
Cuadro V-10. Matriz de Batelle - Columbus para la etapa de abandono del sitio.....	126
Cuadro V-11. Impacto neto por etapa.....	129
Cuadro V-12. Importancia de los impactos ambientales adversos.....	133
Cuadro VI-1. Descripcion general de las especies incluidas en la NOM - 059.....	140
Cuadro VI-2. Descripcion grafica de las especies incluidas en la NOM - 059.....	141
Cuadro VI-3. Cronograma general de trabajo.....	147
Cuadro VI-4. Erosion total para el sitio con el CUSTF.....	147
Cuadro VI-5. Modelo de cubicacion de un metro de acordonamiento de material vegetal muerto.....	148
Cuadro VI-6. Ejemplo de un modelo de cubicacion de una presa filtrante de piedra.....	149
Cuadro VI-7. Clases texturales del suelo y densidad aparente en (gramos/ cm ³).....	149
Cuadro VI-8. Metodología de calculo para estimar el numero de presas a considerar para retener la erosion potencial total.....	149
Cuadro VI-9. Identificacion de nmero de individuos de flora suseptibles a rescate.....	150
Cuadro VI-10. Programa de actividades de la reforestacion.....	155
Cuadro VI-11. Medidas propuestas para los diversos componentes ambientales.....	156
Cuadro VI-12. Procedimiento de cumplimiento de las medidas de mitigacion propuestas.....	161
Cuadro VI-13. Identificacion de los impactos residuales.....	167
Cuadro VI-14. Valor del cambio neto de los impactos residuales.....	168
Cuadro VII-1. Analisis del pronostico del escenario.....	171
Cuadro VII-2. Valor del cambio neto de los impactos con obras de mitigacion.....	175
Cuadro VII-3. Seguimiento a las medidas de prevencion, mitigacion y compensacion.....	179
Cuadro VII-4. Formato para la verificacion ambiental del programa de medidas.....	181

Índice de figuras

Figura I-1. Croquis de localizacion y acceso al sitio.....	11
Figura II-1. Localizacion de la infraestructura.....	16

Figura II-2. Localización de la infraestructura respecto al tipo de propiedad.....	17
Figura II-3. Localización de la infraestructura asociada.....	21
Figura II-4. Ejemplo de contenedores para los residuos sólidos generados.....	39
Figura IV-1. Representación de la precipitación y temperatura media anual en el SA.....	57
Figura IV-2. Ubicación del SA respecto a la Regionalización Sísmica.....	61
Figura IV-3. Fisiografía a nivel estatal y en el Sistema Ambiental.....	63
Figura IV-4. Elevaciones presentes en el Sistema Ambiental (DEM).....	64
Figura IV-5. Pendiente del SA.....	65
Figura IV-6. Exposición de laderas en el SA.....	66
Figura IV-7. Ubicación del SA en el contexto hidrológico.....	84
Figura IV-8. Acuíferos con publicación de disponibilidad en el DOF, (2014); Condición de los acuíferos, (2014).8 5	
Figura IV-9. Ubicación del SA respecto a la delimitación de los acuíferos.....	86
Figura IV-10. Calidad del agua en el contexto hidrológico local.....	87
Figura IV-11. Esquema de transecto de línea (adaptado de Rabinowitz, 2003).....	98
Figura IV-12. Ubicación de los sitios de muestreo de la fauna silvestre.....	100
Figura IV-13. Resumen de la valoración de la calidad ambiental.....	113
Figura V-1. Distribución de la calidad ambiental y de los sitios de entrenamiento.....	120
Figura V-2. La tasa de error se estabiliza con un aumento en el número de árboles.....	122
Figura V-3. Distribución del impacto neto (IN) de los componentes ambientales por etapa.....	128
Figura V-4. Valoración cuantitativa de impactos (Coneza, 2009).....	133
Figura VI-1. Sistema de cepa común a utilizar en la reforestación (CONAFOR, 2010).....	154
Figura VI-2. Identificación de los componentes que tienen impactos residuales.....	168

GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS

En este glosario se presentan las abreviaturas y notaciones generales más utilizadas en el presente estudio. Por otra parte, también 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 2023 - 2024 (SEMARNAT)
CEHACO	Calendario de Épocas Hábiles de Aves Canoras y de Ornato 2023 – 2024 (SEMARNAT)
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
CUSTF	Cambio de Uso de Suelo de Terreno Forestal
G-MIA-P-M	Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular para proyecto mineros
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
SIATL	Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas del INEGI
SMO	Sierra Madre Occidental
UGA	Unidad de Gestión Ambiental

I. INFORMACIÓN GENERAL

I.1. Proyecto

I.1.1. Nombre

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango.

I.1.2. Ubicación

El acceso al sitio saliendo de la Ciudad de Durango se da por la carretera Durango – Gómez Palacio hasta llegar a la Caseta de Cuencamé recorriendo 147 km, para seguir por la carretera Río Grande – Torreón con dirección noroeste hasta llegar a Paso Nacional recorriendo 48.7 km; después se sigue la carretera Paso Nacional – San Pedro del Gallo con dirección norte hasta General Lázaro Cárdenas durante 3.86 km; se continua por la misma carretera con rumbo oeste con un recorrido de 24.6 km hasta llegar al entronque ubicado en el km 84; de ahí se toma la carretera de terracería con rumbo suroeste recorriendo 5.18 km hasta el sitio. El croquis de localización y acceso se presenta en la figura siguiente.

EXPLORACIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA EN EL EJIDO SAN LUIS DEL CORDERO, DURANGO.

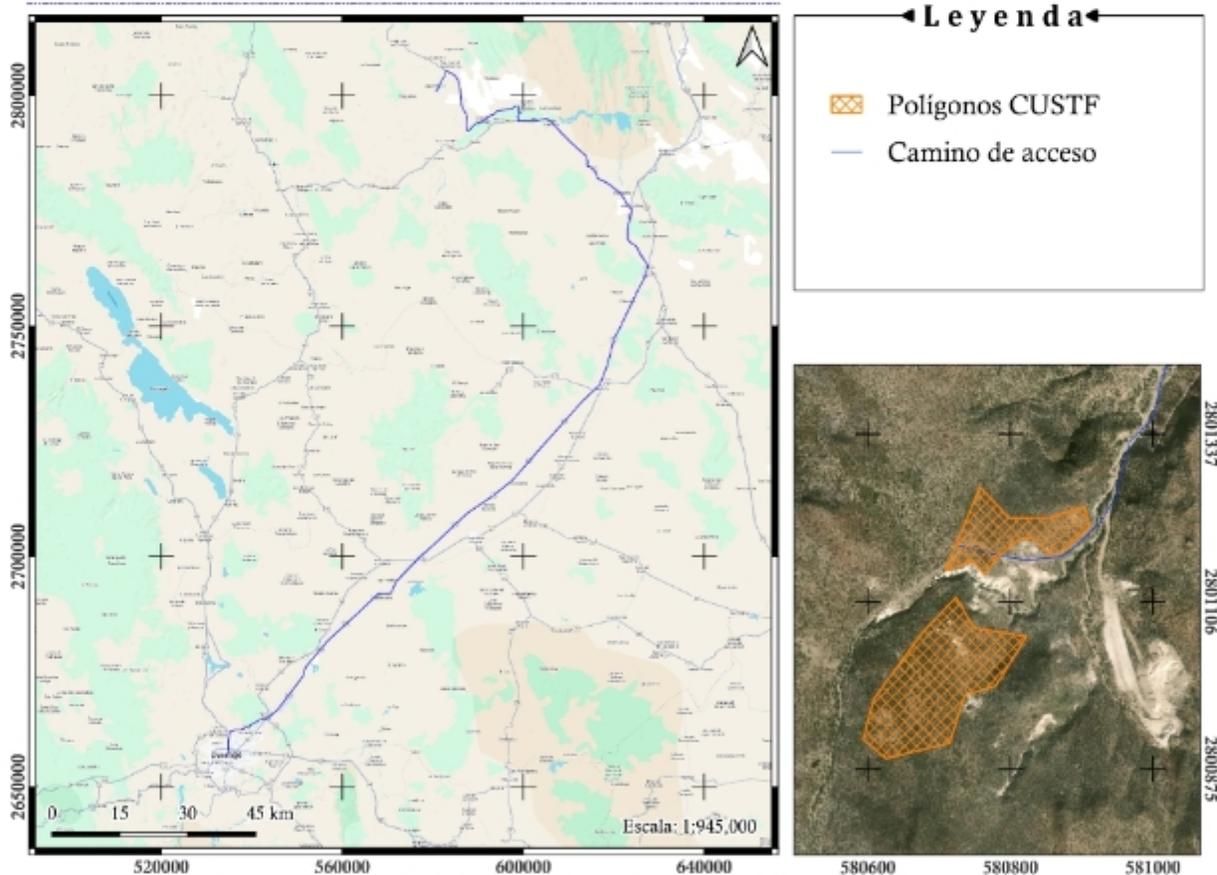


Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-1. Croquis de localización y acceso al sitio

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango.

La infraestructura para tener acceso al sitio es la siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-1. Acceso al sitio.

Carretera o camino	Distancia (km)	Tipo
Durango – Caseta de Cuencamé (carretera a Gómez Palacio)	147.0	Pavimento
Caseta de Cuencamé – Paso Nacional	48.7	Pavimento
Paso Nacional – General Lázaro Cárdenas	24.6	Pavimento
General Lázaro Cárdenas – Sitio	5.18	Terracería
Total	224.48	

1.1.3. Tiempo de vida útil

La vigencia del programa de trabajo por etapa considera **1** año para la etapa de preparación del sitio, **10** años para la etapa de operación – mantenimiento y **1** años para la etapa de abandono del sitio, resultado una duración total (vida útil) de **12 años**.

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 simple de la identificación oficial y CURP del Promovente.
- Copia certificada del acta de asamblea que acredita a los propietarios ejidales (acta de elección de autoridades del ejido San Luis del Cordero, credenciales otorgadas por RAN).
- Constancia de situación fiscal del núcleo agrario donde se realizará el CUSTF.
- Carpeta básica que acredita los terrenos del núcleo agrario donde se realizará el CUSTF.

1.2. Promovente

1.2.1. Nombre o razón social

Comisariado de Bienes Ejidales del ejido San Luis del Cordero Durango representada por:

Presidente: Ignacio Maldonado Amancio
Secretario: Maura Elvia Chávez Gándara
Tesorero: Alfredo García Meraz

1.2.2. Registro Federal de Contribuyentes

RFC: ESL390915QW4

Se anexa copia simple de la Constancia de Situación Fiscal.

1.2.3. Dirección para recibir u oír notificaciones

La dirección para oír y/o recibir notificaciones en la Ciudad de Victoria de Durango es:

Dirección: Blvd. Luis Donald Colosio # 603, Fracc. Haciendas Victoria de Durango, Dgo.

Teléfono: (+52) 674-101-6013

E-mail: sacra.corral@gmail.com

1.3. Responsable de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental

1.3.1. Nombre o razón social

M. C. SACRAMENTO CORRAL RIVAS

1.3.2. Registro Federal de Contribuyentes y CURP



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

1.3.3. Dirección

Calle: Blvd Luis Donaldo Colosio número 603
Fraccionamiento: Haciendas
Ciudad: Victoria de Durango, Dgo.
C.P.: 34038
Email: sacra.corral@gmail.com
Tel: 674 101 6013

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 número **3107384**.
- Ingeniero Forestal en Sistemas de Producción, por el Instituto Tecnológico de El Salto, Durango; cédula número **2642485**.

Consulta: [<http://www.cedulaprofesional.sep.gb.mx/cedula>].

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. Información general

II.1.1. Naturaleza

La explotación de recursos minerales ha sido un componente esencial en el desarrollo económico de Durango, destacándose a nivel nacional como líder en la producción de minerales no metálicos, especialmente **bentonita**, mármol y carbonato de calcio. Esta industria ha generado importantes beneficios económicos y sociales, y es reconocida por su capacidad para impulsar la generación de empleo y el desarrollo de infraestructuras. En este contexto, las obras y actividades propuestas tienen como objetivo de explotar un banco o depósito de arcilla de bentonita en una superficie de **3.45 hectáreas** dentro del ejido San Luis del Cordero, municipio de San Luis de Cordero, Durango. Se removerá inicialmente una capa superficial de 20 cm de materia orgánica para acceder a la bentonita, que se encuentra a una profundidad de hasta 1.3 metros. El aprovechamiento del depósito será gradual y repetitivo en áreas no mayores a 5000 metros cuadrados para luego ser cubierto con material estéril (piedras) y la materia orgánica producto del despalmado.

Las obras y actividades contemplan la remoción de la capa superficial, la cual será almacenada en un banco de materia orgánica para su posterior reutilización en la restauración de la zona explotada. En el área de trabajo se habilitará un patio de maniobras de 1,000 m², destinado al almacenamiento temporal de los materiales removidos durante las actividades de explotación de la arcilla. El transporte se realizará a través de camiones de volteo de 14 m³ a los centros de mercado.

La duración estimada del programa de trabajo (operación y mantenimiento) es de **10 años**, para aprovechar un volumen aproximado de **89,700 toneladas** de arcilla. Para ello, se contempla una tasa de explotación de 1 viaje diario (14 m³), lo que garantizará que el aprovechamiento se realice de manera eficiente y dentro de los plazos establecidos, pero que además sea controlada reduciendo de manera drástica los daños al entorno natural, lo que permitirá una restauración más eficiente y gradual conforme se va explotando el depósito. La explotación se llevará a cabo en fases que permitirán mantener el control adecuado de las actividades y mitigar los impactos sobre el entorno natural.

La explotación de la arcilla generará una cantidad significativa de empleos tanto directos como indirectos. Se estima que se podrán crear alrededor de 35 empleos directos, que incluirán personal operativo (operadores de camiones, maquinaria y trabajadores de extracción), así como personal administrativo y técnico. Además, se propiciará la creación de empleos indirectos en sectores relacionados como transporte, alimentación, seguridad y servicios, con un impacto positivo en la economía local. Se estima que los empleos indirectos podrían llegar hasta 210 empleos en las comunidades cercanas, contribuyendo al bienestar social y económico de la región.

La explotación de bentonita es justificada por la creciente demanda de este mineral en diversas industrias, como la perforación de pozos petroleros, impermeabilizantes, pinturas, fabricación de productos de construcción y el tratamiento de aguas y residuos. Las obras y actividades se enmarcan dentro de las políticas del gobierno estatal y municipal, que buscan fortalecer el sector rural con fuentes de ingresos y empleo, con especial atención a la sostenibilidad ambiental. Para ello, se implementarán medidas preventivas, de mitigación, correctivas y de restauración que permitirán minimizar los impactos sobre la flora, el suelo y la fauna de la zona, y garantizar que la restauración ecológica del área afectada se lleve a cabo al finalizar las actividades de explotación. De este modo, se busca no solo satisfacer la demanda regional, sino también contribuir al desarrollo económico estatal, generar empleos y fortalecer la infraestructura de la región, todo ello sin comprometer la integridad del medio ambiente. Las operaciones se regirán por los principios de desarrollo sostenible, con un enfoque integral que considere tanto el aprovechamiento responsable de los recursos naturales como la mitigación de los impactos ambientales.

Por otro lado, para la preparación del sitio será necesario solicitar autorización para remover la vegetación en **3.45 ha**, por lo que se deberá dar cumplimiento al *artículo 28 primer párrafo y fracción VII de la LGEEPA*; además, se ha considerado lo establecido en el *R-LGEEPA-EIA artículo 5 inciso O) fracción II; así como 14, que establece que cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el cambio de uso del suelo de áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos proyectos.*

II.1.1.1. Objetivos

- Obtener la autorización respectiva al **cambio de utilización del terreno forestal a banco de arcilla de bentonita**, así como la presentación de una Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular.
- Aprovechar sustentablemente los recursos minerales no metálicos superficiales aplicando medidas de prevención, mitigación y restauración a los impactos ambientales adversos a los componentes ambientales.
- Participar en el desarrollo socioeconómico de la región creando fuentes de empleo que permitan elevar la calidad de vida de los habitantes de las poblaciones locales.

II.1.1.2. Uso de suelo

El uso de suelo del sitio donde se pretende explotar el depósito de la arcilla de bentonita corresponde a **matorral desértico rosetófilo**, para lo cual será necesario solicitar la autorización de CUSTF para **infraestructura minera superficial destinada a la extracción de arcilla de bentonita**. La explotación del depósito de arcilla se realizará mediante un conjunto de sistemas, procesos y maquinas que operan en una forma ordenada, repetitiva y rutinaria. La disposición del depósito de arcilla y el recubrimiento de la zona explotada con material estéril (piedras, gravas, etc.) y de materia orgánica determinan la relación **estéril/arcilla** con que se debe extraer esta última. Este parámetro, comúnmente llamado "ratio", puede ser variable en tiempo y espacio y condiciona la viabilidad económica de la explotación y consecuentemente las necesidades de equipo, maquinaria y personal. El CUSTF se realizará de manera paulatina, es decir, en lotes no mayores a 5,000 metros cuadrados, donde se desmonta, despalma la superficie orgánica, se explota la arcilla y se recubre el sitio con material estéril y materia orgánica.

II.1.2. Criterio de ordenamiento ecológico del territorio

De acuerdo al *Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio*, el sitio se ubica en la **Unidad Ambiental Biofísica 14 "Sierras y Llanuras de Durango"**, teniendo una política para el **aprovechamiento sustentable**. Por su parte, en el *Ordenamiento Ecológico para el estado de Durango*, el sitio se ubica en la **UGA No. 90 "Lomerío con mesetas 1"**, con una política ambiental dedicada a la **conservación**, que permite el aprovechamiento de los recursos naturales. Cabe mencionar que el municipio de **San Luis del Cordero** no cuenta con algún programa de ordenamiento ecológico a nivel municipal.

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 el titular del terreno forestal donde se realizará el CUSTF no cuenta con antecedentes de conflictos agrarios.

El uso actual del suelo propuesto a CUSTF corresponde en su totalidad a matorral desértico rosetófilo, **sin aptitud de aprovechamiento maderable**.

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

II.1.3. Tipificación de la obra

Para explotar la arcilla de bentonita es necesario realizar el CUSTF, entendiendo esto como la remoción total o parcial de la vegetación presente en el sitio y, por tanto, el sector al que pertenecen las obras y actividades establecidas en el programa de trabajo corresponde a **cambio de uso de suelo**.

Además, en el programa de trabajo se incluyen medidas de prevención, mitigación y restauración de impactos ambientales para afectar lo menos posible el entorno ambiental de la zona de influencia, a través de acciones para prevenir, restaurar y mitigar posibles daños a los componentes tales como; el suelo, el agua, la vegetación y fauna.

II.1.4. Selección del sitio

Para elegir la explotación del depósito de arcilla de bentonita se ha considerado los criterios siguientes.

a). Técnicos

- El sistema de explotación de la arcilla será superficial y por lo tanto no requiere del uso de explosivos.
- La arcilla será transportada directamente del sitio a las plantas de beneficio o centro de abasto sin la necesidad de construir infraestructura para su beneficio.
- Los caminos son accesibles durante todo el año y los insumos y materiales se encuentran al alcance en los poblados cercanos.
- De acuerdo con la caracterización geológica no existen evidencias de que se presenten derrumbes o hundimientos por el sistema de explotación.
- La tenencia de la propiedad corresponde al promovente, por tanto, no hay necesidad de realizar contratos de ocupación temporal.

b). Ambientales

- No se construirá una planta de beneficio e infraestructura permanente, lo que reduce considerablemente la generación de impactos negativos al medio ambiente.
- El sitio se encuentra fuera de las áreas naturales protegidas establecidas en el estado de Durango.
- No se ocuparán cauces y zona federal con la infraestructura propuesta.

c). Económicos

- La calidad de la arcilla asegura la recuperación (inversión) de los costos de explotación y transporte hasta los centros de abasto (Nazas, Cuencamé) donde hay empresas con planta de beneficio.
- En la etapa de operación se espera la creación de empleos directos e indirectos para los habitantes de las comunidades cercanas al sitio; con lo cual, se abate el grado de marginación en el municipio de San Luis del Cordero.

II.1.5. Ubicación física y planos de localización

El sitio se localiza en el municipio de San Luis del Cordero. Los polígonos del depósito de arcilla de bentonita se pueden localizar con las coordenadas geográficas UTM referidas al Datum WGS84 del cuadro siguiente.

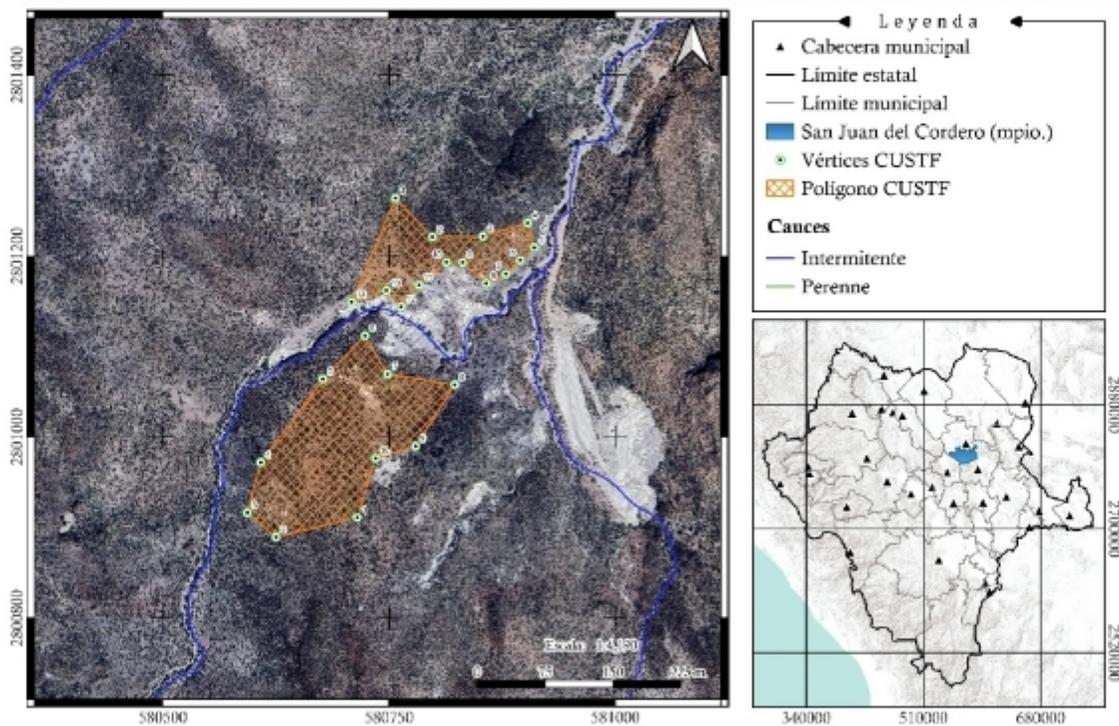
Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-2. Coordenadas geográficas del depósito de arcilla de bentonita.

Polígono	Punto de inflexión	UTM X	UMT Y
1	1	580757.12	2801264.05
1	2	580798.02	2801221.17
1	3	580853.80	2801221.73
1	4	580903.39	2801236.60
1	5	580910.67	2801209.49
1	6	580895.06	2801195.47
1	7	580879.23	2801180.11
1	8	580857.46	2801169.89
1	9	580831.44	2801193.16
1	10	580813.58	2801193.31

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango.

1	11	580783.21	2801168.07
1	12	580763.48	2801144.15
1	13	580747.34	2801162.02
1	14	580708.80	2801149.21
2	1	580714.97	2800911.17
2	2	580625.21	2800889.75
2	3	580593.43	2800916.51
2	4	580608.23	2800972.07
2	5	580677.01	2801064.12
2	6	580723.59	2801112.01
2	7	580748.57	2801069.72
2	8	580822.71	2801058.03
2	9	580779.42	2800989.94
2	10	580735.71	2800976.65

Gráficamente los polígonos y los rasgos fisiográficos del área de influencia se pueden observar en la figura siguiente.



II.1.5.1. Tipo de propiedad

El sitio se localiza dentro de los terrenos que pertenecen al ejido San Luis del Cordero perteneciente al municipio de San Luis del Cordero, Durango. La distribución del área propuesta a CUSTF por tipo de propiedad es la siguiente.

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango.
EXPLORACIÓN DE ARGILLA DE BENTONITA EN EL EJIDO SAN LUIS DEL CORDERO, DURANGO.

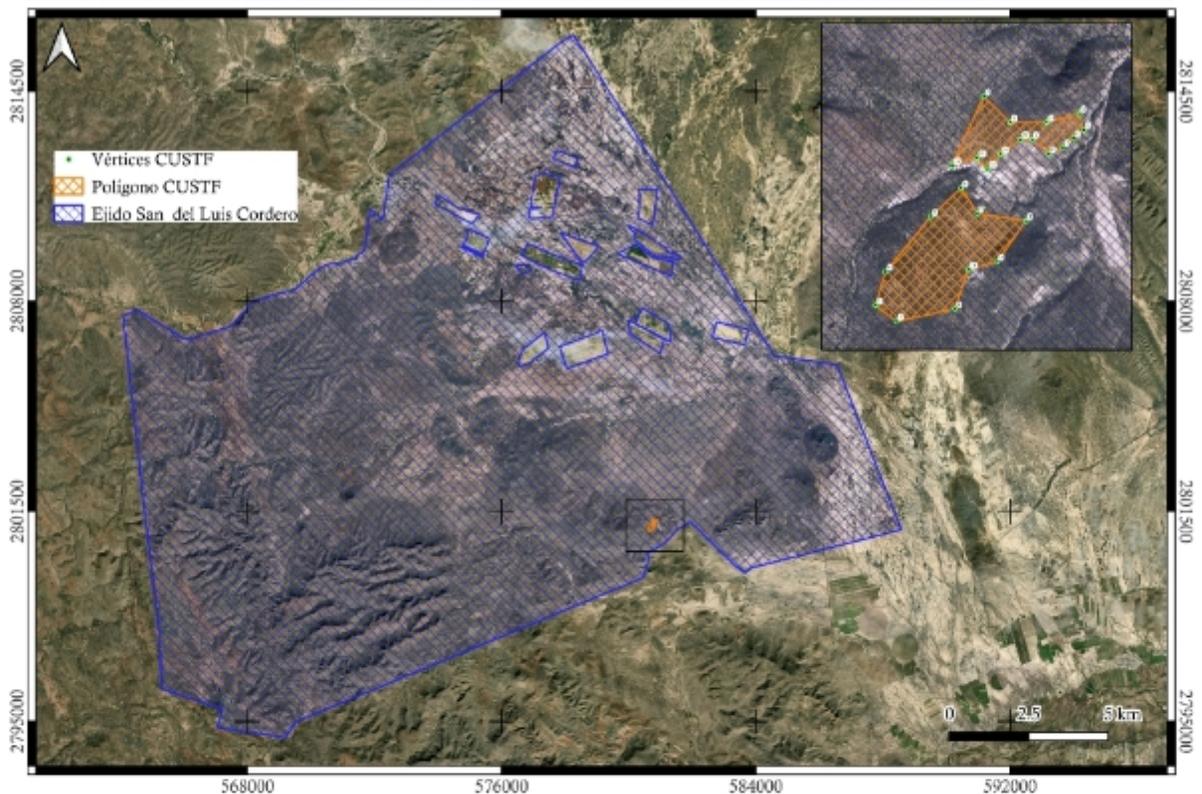


Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-3. Localización de la infraestructura respecto al tipo de propiedad.

II.1.6. Inversión requerida

II.1.6.1. Capital requerido

El presupuesto económico estimado para desarrollar las obras y actividades en un horizonte de operación de 10 años es el siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-3. Presupuesto estimado.

Concepto	Costo		
	Precio unitario	Cantidad	Total
Administrativos			
Pago por compensación ambiental ante el Fondo Forestal Mexicano de la CONAFOR	\$ 118,297.10	3.5 ha	\$ 414,039.85
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"	\$ 46,574.00	1	\$ 46,574.00
Pago por la solicitud de la autorización de Cambio de Uso de Suelo en terrenos forestales de 10 ha hasta 50 hectáreas	\$ 442.17	1	\$ 442.17
Subtotal			\$ 461,056.02
Directos			
Transporte material, se considera un costo de \$90.00 por carga de camión, y se necesitarán 3,203.57 cargas para agotar el volumen total, además se considera el total de años de aprovechamiento.	\$ 90.00	3203.57	\$ 288,321.30
Maquinaria (retroexcavadoras), se considera un costo de \$90.00 por carga de camión, y se necesitarán 3,203.57 cargas para agotar el volumen total, además se considera el total de años de aprovechamiento.	\$ 90.00	3203.57	\$ 288,321.30
Subtotal			\$ 576,642.60

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango.

Medidas de prevención, mitigación y restauración ambiental	Precio unitario	Cantidad	Total
Equipo portátil de contra incendio y de seguridad.	\$ 5,000.00	6	\$ 30,000.00
Medidas de prevención, mitigación y compensación.	\$ 5,000.00	41	\$ 205,000.00
Subtotal			\$ 235,000.00
TOTAL			\$ 1,272,698.62

II.1.6.2. Período de recuperación

La evaluación financiera consiste en asignar valores monetarios a las unidades físicas, para llegar a la determinación del flujo de ingresos y egresos en la proyección financiera. Los **indicadores de la rentabilidad económica** se definen por el incremento o disminución del bienestar que se derivaría del uso de recursos en alguna actividad específica, y a continuación se indica el dictamen para cada uno de los indicadores evaluados.

TREMA. La Tasa de Rendimiento Mínimo Aceptable (TREMA), es la tasa que representa una medida de rentabilidad, la mínima que se le exigirá al proyecto de tal manera que permita cubrir: la totalidad de la inversión inicial, los egresos de operación, los intereses que deberán pagarse por aquella parte de la inversión financiada con capital ajeno a los inversionistas, los impuestos, la rentabilidad que el inversionista exige a su propio capital invertido.

VAN. El Valor Actual Neto (VAN), es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión.

TIR. La Tasa Interna de Retorno (TIR), es una medida utilizada en la evaluación de la inversión que está muy relacionada con el VAN. También se define como el valor de la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero, para la inversión total.

R C/B. La Relación Costo / Beneficio (R C/B) toma los ingresos y egresos presentes netos del estado de resultado, para determinar cuáles son los beneficios por cada peso invertido. Si la R B/C es mayor a la unidad, significa que después del horizonte de planeación obtengo mi inversión más la TREMA más una utilidad igual al valor que excede la unidad, por lo tanto, el proyecto es rentable.

RSI. El Retorno Sobre la Inversión (RSI) es una razón financiera que compara el beneficio o la utilidad obtenida con relación a la inversión realizada, es decir, el rendimiento desde el punto de vista financiero.

PRI. El Período de Recuperación de la Inversión (PRI) es un indicador que mide en cuánto tiempo se recuperará el total de la inversión a valor presente. Puede revelarnos con precisión, en años, meses y días, la fecha en la cual será cubierta la inversión inicial. La inversión es rentable si el PRI es menor al horizonte de operación.

Los indicadores financieros se resumen en el cuadro siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-4. Indicadores financieros y su dictamen de viabilidad.			
INDICADOR	VALOR	REFERENCIA	CONCLUSIÓN
TREMA	15.8%	0	TASAS DE INTERÉS COTIZADAS CON DIFERENTES FUENTES DE FINANCIAMIENTO
VAN	\$ 4,277,692.81	VAN > 0	DESPUÉS DEL HORIZONTE DEL PROYECTO, SE OBTIENE LA INVERSIÓN, MÁS LA TASA REFERENCIA (TREMA), MÁS LA UTILIDAD IGUAL AL VALOR DE VAN.
TIR	41.31%	TIR > TREMA	POR CADA PESO QUE SE INVIERTE, EL PROYECTO ME REGRESA ESE PESO INVERTIDO, MÁS UN RENDIMIENTO IGUAL AL VALOR DE LA TIR.
R B/C	6.88	R B/C > 1	DESPUÉS DEL HORIZONTE DEL PROYECTO, SE OBTIENE LA INVERSIÓN, MÁS LA TASA DE REFERENCIA (TREMA), MÁS LA UTILIDAD IGUAL AL VALOR DEL COEFICIENTE QUE EXCEDA LA UNIDAD (1.0)
RSI	4.14	RSI > 1	POR CADA PESO QUE SE INVIERTE, EL PROYECTO ME REGRESA ESE PESO INVERTIDO, MÁS UNA UTILIDAD IGUAL AL NÚMERO QUE EXCEDE LA UNIDAD (1.0)

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango.

PRI	2.16	PR < HORIZONTE DE OPERACIÓN (10 años)	EL PERIODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN A UNA TASA DE REFERENCIA DADA (TREMA), ES MENOR AL HORIZONTE DE OPERACIÓN (AÑOS)
-----	------	---------------------------------------	---

II.1.6.3. Costos para realizar las medidas de prevención y mitigación

Referente a las medidas de prevención y mitigación de posibles impactos ambientales adversos generados por las obras y actividades en sus diferentes etapas corresponde a 16.1 % respecto a inversión inicial.

II.1.7. Dimensiones

II.1.7.1. Superficie total

La superficie total del depósito de arcilla de bentonita es de 3.45 hectáreas dentro de esta área se pretende realizar todas las obras y actividades. No se contempla la habilitación de áreas adicionales para oficinas, caminos de acceso, talleres, almacenes, etc. Únicamente se habilitará una zona dentro de la superficie solicitada, destinada como patio de maniobras y banco de acopio de material orgánico. Esto se debe a que el sitio se encuentra cercano a las comunidades de Dolores Hidalgo, Nazas y Paso Nacional, las cuales cuentan con servicios de hospedaje, alimentación y almacenes que podrán satisfacer las necesidades del personal y las operaciones. La distribución de la superficie a ocupar por tipo de infraestructura es la siguiente.

II.1.7.1.1. Superficie de CUSTF

La superficie que será propuesta para realizar el CUSTF a banco de arcilla de bentonita será la siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-5. Superficie requerida para CUSTF.

Dimensiones	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Superficie total	3.45	
Superficie que requiere CUSTF	3.45	100

Las coordenadas geográficas UTM de los polígonos propuestos a CUSTF son las siguientes:

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-6. Coordenadas geográficas UTM de los polígonos propuestos a CUSTF.

Polígono	Punto de inflexión	UTM X	UMT Y
1	1	580757.12	2801264.05
1	2	580798.02	2801221.17
1	3	580853.80	2801221.73
1	4	580903.39	2801236.60
1	5	580910.67	2801209.49
1	6	580895.06	2801195.47
1	7	580879.23	2801180.11
1	8	580857.46	2801169.89
1	9	580831.44	2801193.16
1	10	580813.58	2801193.31
1	11	580783.21	2801168.07
1	12	580763.48	2801144.15
1	13	580747.34	2801162.02
1	14	580708.80	2801149.21
2	1	580714.97	2800911.17
2	2	580625.21	2800889.75
2	3	580593.43	2800916.51
2	4	580608.23	2800972.07
2	5	580677.01	2801064.12

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango.

2	6	580723.59	2801112.01
2	7	580748.57	2801069.72
2	8	580822.71	2801058.03
2	9	580779.42	2800989.94
2	10	580735.24	2800976.65

Las coordenadas geográficas UTM de los polígonos propuestos como patios de maniobras son las siguientes:

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-7. Coordenadas geográficas UTM de los polígonos propuesto como patio de maniobra.

Patio de maniobra	Punto de inflexión	UTM X	UMT Y
1	1	580903.39	2801236.60
1	2	580910.67	2801209.49
1	3	580895.06	2801195.47
1	4	580891.90	2801192.41
1	5	580869.48	2801226.43
2	1	580786.59	2801063.72
2	2	580822.71	2801058.03
2	3	580805.39	2801030.79
2	4	580779.42	2800976.65

EXPLORACIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA EN EL EJIDO SAN LUIS DEL CORDERO, DURANGO.

Mientras que la representación gráfica se presenta a continuación

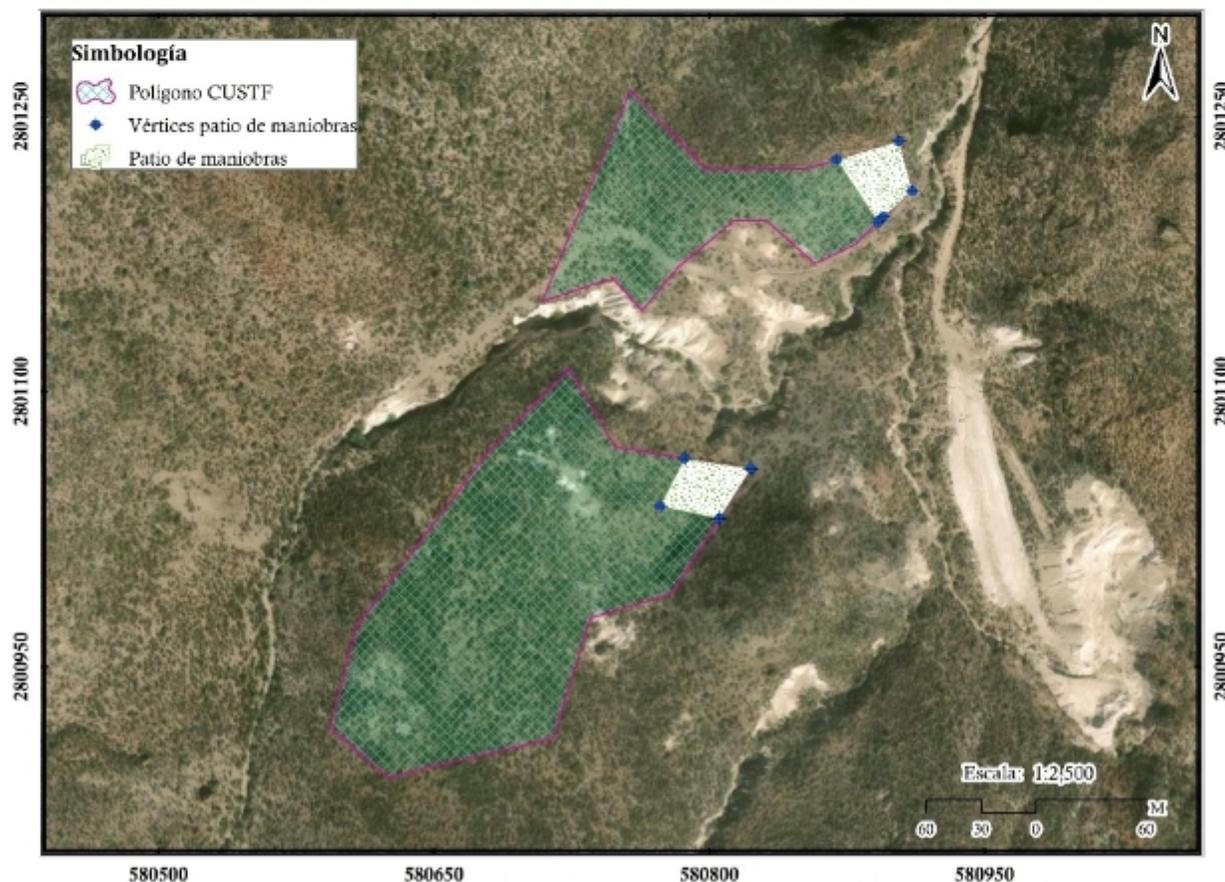


Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-4. Localización de la infraestructura asociada.

II.1.7.2 Superficie de obras permanentes

No se contempla el desarrollo de infraestructura permanente, complementaria y asociada, ya que las obras y actividades están enfocadas exclusivamente en el aprovechamiento de la arcilla dentro de la superficie propuesta y en los tiempos propuestos. Esto implica que no se requiere infraestructura complementaria como; oficinas administrativas, talleres mecánicos, almacenes, o áreas permanentes para el personal, dado que las actividades estarán centralizadas en la extracción y transporte de la arcilla a los centros de insumos conforme se va explotando el depósito. Asimismo, los servicios necesarios para la operación, como alimentación, hospedaje y almacenamiento de insumos serán cubiertos en las comunidades cercanas, eliminando la necesidad de desarrollar instalaciones adicionales. Este enfoque minimiza la alteración del entorno y asegura que las intervenciones se limiten estrictamente a las operaciones esenciales para la explotación del recurso.

II.1.8. Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua

A nivel regional, en el municipio de San Luis del Cordero, Durango, las actividades económicas fundamentales se concentran en la ganadería extensiva, dado que otras actividades productivas, como la minería, agricultura y la fruticultura, presentan un desarrollo limitado. La agricultura en esta región es predominantemente tradicional y orientada al autoconsumo, enfocada en cultivos básicos como maíz, frijol y avena. Sin embargo, los rendimientos son bajos debido al escaso nivel de mecanización, uso limitado de fertilizantes y la falta de asistencia técnica especializada. Por otro lado, la ganadería, principalmente de bovinos y caprinos, se practica en pequeña escala y está dirigida a la producción de carne y productos lácteos para el consumo familiar.

En cuanto a la fruticultura, aunque existen condiciones fisiográficas y climáticas que favorecen el cultivo de especies frutales de clima árido, como durazno y manzano, esta actividad se realiza generalmente sin tecnificación ni asesoría técnica, lo que limita su potencial como fuente de ingresos significativos. En términos generales, el uso del suelo en el sitio refleja un predominio de actividades de subsistencia con un bajo nivel de impacto económico a nivel regional, lo que resalta la importancia de iniciativas como el aprovechamiento de minerales no metálicos para diversificar y fortalecer la economía local. En general el uso de suelo prevaleciente en el **sitio** donde se realizará el **CUSTF** se puede describir de la manera siguiente.

a) Matorral desértico rosetófilo

Es un tipo de ecosistema característico de las regiones áridas y semiáridas de México, principalmente en la Altiplanicie Mexicana y otras zonas del norte del país. Este ecosistema se desarrolla en climas secos con precipitaciones anuales generalmente inferiores a los 500 mm y temperaturas medias anuales que oscilan entre los 15 y 22 °C. Los suelos suelen ser pobres en materia orgánica, de textura ligera o media, con características calcáreas o yesosas, y, en muchos casos, con un horizonte superficial pedregoso que reduce la infiltración de agua.

• Composición vegetal

La vegetación del matorral desértico rosetófilo está dominada por plantas de la familia de las cactáceas, agaváceas y nolináceas, conocidas por su adaptación a las condiciones extremas de aridez. Estas plantas suelen presentar hojas en forma de roseta, de donde deriva el nombre del ecosistema. Entre las especies más representativas se encuentran:

- ✦ Lechuguilla (*Agave lechuguilla*): Una planta común que forma densas colonias y es altamente resistente a la sequía.
- ✦ Sotol (*Dasyliirion* spp.): Con largas hojas lineares dispuestas en rosetas, adaptadas a suelos pobres.
- ✦ Izotes (*Yucca* spp.): Plantas con hojas rígidas y puntiagudas, características del ecosistema.
- ✦ Cactáceas: Como el nopal (*Opuntia* spp.) y pequeños cactus columnares o globosos.

• Fauna asociada

A pesar de las condiciones extremas, el matorral desértico rosetófilo alberga una fauna diversa, adaptada a la escasez de agua y las altas temperaturas. Incluye mamíferos como liebres, coyotes y zorros; reptiles como lagartijas y serpientes; y aves como correcominos y chachalacas. Muchas de estas especies tienen hábitos nocturnos o crepusculares para evitar el calor diurno.

- **Importancia ecológica**

El matorral desértico rosetófilo cumple funciones esenciales en la regulación de los ciclos hidrológico y de nutrientes, ya que su vegetación evita la erosión del suelo y actúa como una barrera contra la desertificación. Además, muchas de las plantas que lo componen tienen usos tradicionales y comerciales, como la obtención de fibras, forraje, o incluso bebidas alcohólicas como el sotol.

Este ecosistema es particularmente vulnerable a la degradación por actividades humanas, como la ganadería extensiva, la minería y el cambio de uso de suelo para la agricultura o la urbanización. Por ello, es de alta prioridad para la conservación en las regiones donde se encuentra.

- b) Uso de los cuerpos de agua**

El uso del agua en la región se encuentra limitado por su disposición, es decir, al tratarse de un área considerada como semidesértica el agua de lluvia estará condicionada en temporalidad y cantidad. Los usos que se le da al agua de lluvia proveniente de jagüeyes, pequeñas presas, bordos, y otro tipo de almacenaje, arroyos y corrientes efímeras es para las actividades pecuarias y agrícolas principalmente, y en pocas ocasiones para actividades antropogénicas; el agua es utilizada generalmente para satisfacer las necesidades humanas proviene de pozos de tipo particular o gubernamental. Dentro del área que delimita la infraestructura a desarrollar y en un radio de 500 m, no existen pozos de agua con fines de consumo humano. Por otro lado, aproximadamente a 41.75 km al sureste del sitio se ubica la presa Francisco Zarco, sin embargo, el desarrollo de las obras de explotación no representa un riesgo debido al alcance limitado de perturbación que contemplan las actividades planificadas.

- a) Uso potencial**

De acuerdo con el Prontuario de Información Geográfica municipal, 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 y/o fundos mineros concesionados en 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.

En el **Anexo 4.1** se muestran el plano de uso de suelo y vegetación a nivel regional, señalando la localización de la infraestructura a desarrollar en el sitio.

II.1.9. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

La disponibilidad de servicios para poder desarrollar la infraestructura minera se encuentra al alcance, ya que el sitio se localiza en un lugar accesible durante todo el año, y se cuenta con los servicios necesarios para la construcción y operación.

- a). Agua**

En las etapas contempladas se utilizará agua con fines de **consumo humano** para hidratar al personal que desarrollará las actividades durante la vida útil de la obra, se sugiere que el suministro del vital líquido sea a través de garrafones de agua purificada.

- b). Hospedaje**

Para evitar la instalación de campamentos, la mayor parte del personal que se contrate durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación - mantenimiento será de la región (Nazas, Paso Nacional y Dolores Hidalgo), de tal manera que pernocten en sus hogares; para el caso de los trabajadores foráneos se habilitará un campamento con los servicios necesarios de hospedaje en las comunidades cercanas. No se instalarán campamentos en el sitio.

- c). Alimentación**

La alimentación de los trabajadores se dará en los poblados cercanos, solo se habilitará una palapa para la alimentación temporal (alimentos ya preparados).

- d). Combustible**

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango.

Se requerirá únicamente gasolina y diésel para los vehículos y maquinaria que se utilicen durante las diferentes obras y actividades del programa de trabajo. Éstos se transportarán al sitio conforme se vayan necesitando, el mantenimiento de los vehículos y maquinaria se realizará en los talleres especializados en los poblados cercanos.

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 Error: no se encontró el origen de la referencia-8. Necesidades de mano de obra.

Etapa	Tipo de mano de obra	Procedencia		Tipo de empleo		Tiempo (días)
		Regional	Externo	Eventual	Permanente	
Preparación del sitio	Calificada	8	1	6	0	288 ⁽ⁱ⁾
	No calificada	10	0	13	0	
Operación y mantenimiento	Calificada	4	2	5	0	Indefinidos
	No calificada	4	0	5	0	
	Calificada	2	3	3	0	
	No calificada	1	0	3	0	
Total		35	3	35	0	

(i) estimado bajo el supuesto de 24 días laborables al mes, por los 12 meses que dura la etapa. Los turnos serán definidos por la contratista.

Se ha establecido que se generarán **200 empleos directos** en las diferentes etapas, y para la zona se sabe que por cada empleo formal se generan 6 empleos indirectos; por tanto, en la vida útil se estarán generando cerca de 1,200 nuevos empleos.

II.1.9.1. Políticas de crecimiento futuro

Hasta el momento de la elaboración del presente documento, no se contempla el desarrollo de infraestructura a futuro; sin embargo, en caso de requerirse se tramitarán los permisos ambientales necesarios en materia de Impacto Ambiental y Cambio de Uso de Suelo.

II.2. Características particulares

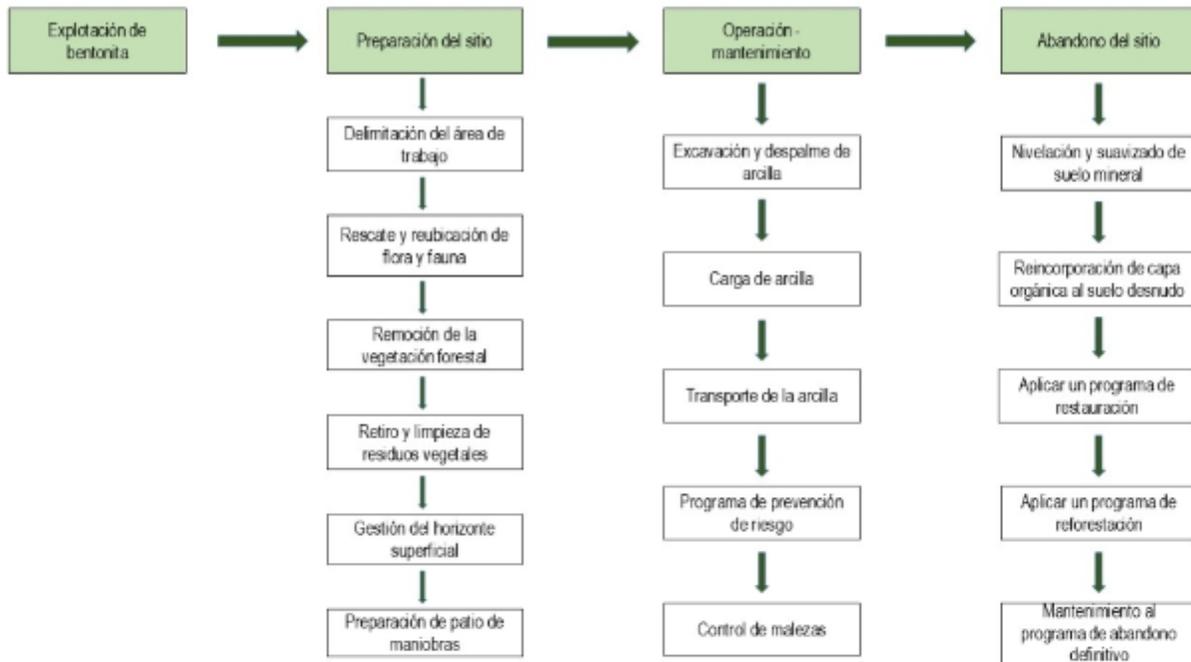
II.2.1. Programa general de trabajo

La vigencia del programa de trabajo por etapa considera **1** año para la etapa de preparación del sitio, **10** años para la etapa de operación – mantenimiento y **1** años para la etapa de abandono del sitio, resultado una duración total (vida útil) de **12 años**. El programa general de actividades por etapa se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-9. Diagrama general de los plazos por etapa.

Duración / Etapa	Plazos (años)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Preparación del sitio	█												
Operación - mantenimiento		█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
Abandono del sitio												█	█

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango.



Ahora bien, las obras y actividades a desarrollar por etapa y los plazos para su ejecución se detallan en el diagrama siguiente.

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-10. Programa general de actividades.

ACTIVIDADES / ETAPA	Plazo (años)																																							
	1				2				3				4				5				6				7				8				9							
	Trimestre				Trimestre				Trimestre				Trimestre				Trimestre				Trimestre				Trimestre				Trimestre											
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
PREPARACIÓN DEL SITIO																																								
1. Delimitación del área de trabajo	■																																							
2. Rescate y reubicación de flora y fauna		■																																						
3. Remoción de la vegetación forestal			■																																					
4. Retiro y limpieza de residuos vegetales				■																																				
5. Gestión del horizonte superficial					■																																			
6. Preparación del patio de maniobras					■	■																																		
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																																								
1. Excavación y despalme de la arcilla						■																																		
2. Carga de la arcilla						■																																		
3. Transporte de la arcilla						■																																		
4. Programa de prevención de riesgo						■																																		
5. Control de malezas						■																																		
ABANDONO DEL SITIO																																								
1. Nivelación y suavizado del suelo mineral																																								
2. Reincorporación de capa orgánica al suelo desnudo																																								
3. Aplicación del programa de restauración																																								
4. Aplicación del programa de reforestación																																								
5. Mantenimiento al programa de abandono																																								

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular

II.2.1.1. Estudios de campo y gabinete

Se consideraron estudios de fauna y flora lo cual constituye un paso fundamental en las actividades iniciales, ya que permite identificar, documentar y manejar de manera responsable los recursos biológicos presentes en el sitio. Este proceso se llevó a cabo mediante una metodología rigurosa y acorde con las normativas ambientales vigentes, asegurando la protección de especies y conservando el equilibrio ecológico.

➤ Metodología del inventario

1. Revisión bibliográfica y consulta de base de datos:

Se inició con la recopilación exhaustiva de información sobre la flora y fauna reportada en la región. Esto incluyó consulta de bases de datos oficiales, así como la revisión de literatura científica relevante. Esta etapa permitió anticipar la posible presencia de especies protegidas o enlistadas en alguna categoría según la NOM-059.

2. Estudios de campo

El trabajo de campo se realizó en un periodo que contempla variaciones estacionales para identificar la presencia más completa de la biodiversidad del área.

Las actividades incluyeron las actividades siguientes:

Técnicas de muestreo de flora. Se levantaron sitios de 1000 m² para identificar y cuantificar las especies vegetales presentes en el sitio. Cada espécimen fue identificado hasta el nivel taxonómico más específico posible, registrando características como altura, diámetro, densidad, cobertura y estado fenológico. Se prestará especial atención a las especies nativas y aquellas con valor ecológico, económico o cultural.

Métodos de observación de fauna: Para la fauna terrestre, se emplearon técnicas como observación directa y análisis de rastros como huellas, madrigueras y excrementos. En el caso de las aves, se realizarán censos utilizando puntos de avistamiento y transectos durante las primeras horas del día y al atardecer.

II.2.1.1.1. Vegetación que resultara afectada por el CUSTF

Para cuantificar la diversidad y abundancia de las especies vegetales dentro del sitio de CUSTF, inició con un recorrido previo de los polígonos propuestos (bancos de arcilla), enseguida, se realizó la ubicación de los vértices que delimitan las superficies y, finalmente en gabinete se realizaron actividades de planeación, destacando el análisis de los sistemas de muestreo a utilizar. En cada sitio de muestreo se registraron datos generales del ambiente **físico** (altitud, pendiente, exposición, materia orgánica, compactación, fisiografía, material predominante, materia orgánica, grados de erosión, daños a la infraestructura, ubicación geográfica y pedregosidad), **biótico** (fisonomía, estructura y composición de especies de las comunidades) y **dasométricos** de las especies (diámetro normal, cobertura, altura total, diámetro de copas, dominancia y especie).

II.2.1.1.1.1. Muestreo

La toma de información de campo fue a través de un inventario forestal utilizando el muestreo **aleatorio** sin reemplazo con el esquema del cuadro siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-11. Esquema de muestreo de la superficie propuesta a CUSTF.

Característica	Valor	Unidad
Superficie de CUSTF	3.45	ha
Número de sitios de muestreo	8	
Tamaño de sitio	0.10	ha
Superficie de muestreo	0.8	ha
Intensidad de muestreo	23.19	%

Las coordenadas geográficas UTM de los sitios de muestreo se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-12. Coordenadas geográficas UTM de los sitios de muestreo.

Sitio	Coordenadas geográficas UTM		
	X	Y	Latitud
			Longitud

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

1	580867.14	2801201.02	25°19'30.75"	104°11'47.43"
2	580782.56	2801202.61	25°19'30.82"	104°11'50.45"
3	580757.70	2801225.83	25°19'31.58"	104°11'51.34"
4	580756.97	2801166.84	25°19'29.66"	104°11'51.38"
5	580766.14	2801035.12	25°19'25.38"	104°11'51.08"
6	580689.85	2801035.32	25°19'25.40"	104°11'53.80"
7	580717.61	2800993.59	25°19'24.04"	104°11'52.82"
8	580650.80	2800956.68	25°19'22.85"	104°11'55.22"

II.2.1.1.1.2. Estimación de la abundancia

En los ecosistemas de matorral desértico rosetófilo, las características fenológicas, estructurales y de crecimiento de la mayoría de las especies vegetales no permiten la estimación de volumen maderable debido a su bajo porte y morfología específica. Estas especies, adaptadas a condiciones áridas y semiáridas, no desarrollan biomasa significativa en forma de madera aprovechable como si ocurre en los ecosistemas forestales más productivos. Por lo tanto, se optó por calcular la densidad, cobertura y número de individuos de cada especie localizada en el sitio, lo cual es un indicador más representativo para describir su abundancia y distribución. Este enfoque proporciona datos más relevantes para la evaluación de impactos sobre la diversidad y abundancia, permitiendo una caracterización adecuada del ecosistema y de los efectos que tienen las obras y actividades sobre las especies vegetales. Para lo cual se emplearon las fórmulas siguientes.

1. Número de árboles por hectárea (**densidad**).

$$N = \sum \frac{10000 * n}{S} \frac{S}{NS}$$

donde; **n** es el número de individuos en el sitio, **S** es la superficie del sitio y **NS** es el total de sitios de muestreo.

2. Área basal (**cobertura**). Esta variable se estimó con el diámetro de la base para los árboles de talla menor.

$$Cob = \frac{\sum \frac{\pi}{40000} * Dn^2 * 10000}{S} \frac{S}{NS}$$

donde; **Dn** es el diámetro normal, de la base o cobertura, **S** es la superficie del sitio y **NS** total de sitios de muestreo.

Los valores representativos por cada especie son los siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-13. Densidad y cobertura a remover.

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Cobertura (m ² ha ⁻¹)	Altura (m)	Densidad (individuos ha ⁻¹)
Rosetáceo	<i>Agave lechuguilla</i>	Maguey lechuguilla	2367.4	0.94	409
Arbóreo	<i>Celtis laevigata</i>	Palo blanco	2.7	1.13	49
Cactáceo	<i>Coryphantha cornifera</i>	Biznaga partida de Durango	0.0	0.07	1
Cactáceo	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardenche	7.2	1.38	108
Arbustivo	<i>Dasyllirion cedrosanum</i>	Sotol	1.0	1.13	18
Cactáceo	<i>Echinocereus enneacanthus</i>	Alicoche real	0.8	0.55	61
Cactáceo	<i>Echinomastus durangensis</i>	Biznaga bola de Lau	0.5	0.53	6
Herbácea	<i>Euphorbia antispyhilitica</i>	Candelilla	0.8	0.67	39
Arbustivo	<i>Eysenhardtia polystachy</i>	Palo dulce	2.8	1.64	206
Arbustivo	<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	8.6	1.51	24
Cactáceo	<i>Glandulicactus uncinatus</i>	Biznaga uña de gato	0.1	0.18	4
Arbustivo	<i>Jatropha dioica</i>	Sangre de drago	2.5	1.63	341
Arbustivo	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	8.6	1.27	213
Arbustivo	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Gatuño	2.2	1.24	16

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

Cactáceo	<i>Opuntia leucotricha</i>	Nopal Duraznillo	0.4	0.54	4
Cactáceo	<i>Opuntia robusta</i>	Nopal camueso	5.0	1.17	16
Herbáceo	<i>Parthenium argentatum</i>	Guayule	0.6	0.95	10
Arbustivo	<i>Pickeringia montana</i>	Chicharo de chaparral	3.0	1.30	3
Arbóreo	<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	5.2	1.57	23
Arbustivo	<i>Prunus fasciculata</i>	Almendra del desierto	1.9	1.40	5
Arbóreo	<i>Prunus fremontii</i>	Albaricoque del desierto	1.6	1.03	3
Arbóreo	<i>Vachellia farnesiana</i>	Huizache	14.4	2.24	6
Arbóreo	<i>Yucca decipiens</i>	Palma china	0.8	2.15	1

II.2.1.1.3. Destino de los productos

Los productos resultantes de la remoción de la vegetación serán aprovechados en las obras de conservación del suelo. Dichos materiales serán picados y reincorporados al suelo, contribuyendo así a la mejora de sus propiedades físicas y químicas, como el incremento en la materia orgánica y la reducción del riesgo de erosión

II.2.1.1.2. Estimación del material a extraer y vida útil de la extracción

Para determinar la vida útil fue necesario como primer paso identificar la cantidad de material a extraer, el cual depende de la profundidad de explotación, el área involucrada y las características físicas de la arcilla de bentonita. Este cálculo es esencial para diseñar el programa de trabajo, ya que proporciona información necesaria para determinar el volumen de arcilla a explotar, los recursos requeridos y su viabilidad económica. Para ello, fue necesario estimar el volumen total de bentonita de la manera siguiente.

El depósito de arcilla considera un área total de 3.45 ha, lo que equivale a 34,500 m². Esta área incluye todas las zonas designadas para la remoción de material, incluyendo áreas reservadas para maniobras. También se consideró una profundidad máxima de explotación de 1.5 m. Sin embargo, considerando que los primeros 0.2 m corresponden al horizonte superficial del suelo, el cual será removido y almacenado para su posterior uso en actividades de restauración, la profundidad efectiva para la extracción de la bentonita será de 1.3 m en promedio.

Para el cálculo del volumen total se realizó mediante la expresión siguiente.

$$\text{Volumen} = \text{Áreas} \times \text{Profundidad}$$

Sustituyendo los valores:

$$\text{Volumen} = 34,500 \text{ m}^2 \times 1.3 \text{ m} = 44,850 \text{ m}^3$$

Por lo tanto, el volumen estimado de bentónica corresponde a **44,850 m³**

➤ Conversión de volumen a toneladas

La bentonita, dependiendo de su composición y contenido de humedad, presenta un peso volumétrico de 2.0 t/m³

El tonelaje se calculó mediante la fórmula siguiente:

$$\text{Tonelaje} = \text{Volumen} \times \text{Peso volumetrico}$$

Sustituyendo los valores:

$$\text{Tonelaje} = 44,850 \text{ m}^3 \times 2 \text{ t/m}^3 = 89,700$$

Por lo tanto, la cantidad estimada de bentonita extraíble asciende a **89,700 toneladas**.

Este cálculo permitió estimar la vida útil de las operaciones de extracción, incluyendo la logística de transporte, el diseño de almacenamiento y las estrategias de comercialización. Por ejemplo, se consideró una capacidad operativa de 1 carga diaria de 14 m³ por camión, lo que equivale a 28 ton por carga.

Con este ritmo de explotación, la vida útil del depósito puede estimarse de la manera siguiente:

$$\text{Vida útil} = \frac{\text{Tonelaje total}}{\text{Extracción diaria}}$$

Sustituyendo los valores:

$$\text{Vida útil} = \frac{89,700 \text{ toneladas}}{28 \text{ ton/día}} = 3,203.57 \text{ días}$$

Esto equivale aproximadamente a **10 años de operación continua** considerando 312 días laborales al año.

II.2.1.2. Preparación de sitio

II.2.1.2.1. Delimitación del área de trabajo

Se identificarán los vértices que delimitan las áreas de trabajo colocando elementos de marcaje físico en dichos puntos. Estos puntos serán identificados mediante coordenadas obtenidas con equipos de posicionamiento global (GPS) de alta precisión. Las marcas serán elaboradas con materiales duraderos y resistentes a las condiciones climáticas, como estacas de madera tratada o postes metálicos, y estarán claramente señalizadas con colores de alta visibilidad para facilitar su identificación en campo. Asimismo, se instalarán cercas temporales o cintas de seguridad en todo el perímetro, las cuales actuarán como barreras físicas para restringir el acceso no autorizado y proteger áreas adyacentes no intervenidas.

Paralelamente, se implementará un sistema de señalización técnica conforme a las especificaciones de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM). Este sistema incluirá letreros informativos y de advertencia ubicados estratégicamente alrededor del perímetro de trabajo. Los letreros contendrán datos relevantes como el número de autorización ambiental, actividades a realizar, los riesgos asociados, y los contactos de emergencia. Se utilizarán materiales resistentes y diseños legibles para asegurar que la señalización permanezca operativa durante toda la fase de extracción. En el plano del **Anexo 2.3** se observa la localización física de la infraestructura propuesta.

II.2.1.2.2. Rescate y reubicación de flora y fauna

Las especies vegetales presentes en las zonas a intervenir son típicas de la región, por lo que se considera que el CUSTF no modificará significativamente la diversidad y abundancia de las especies vegetales presentes en el sitio. Sin embargo, se realizará el rescate de individuos que por sus dimensiones sean susceptibles a reubicación y en caso de encontrarse cactáceas que fueron identificadas en el muestreo y que puedan resultar dañadas durante la remoción de la vegetación y con las actividades de operación, estas se removerán de las zonas de extracción y se colocarán en un lugar similar y próximo para asegurar su sobrevivencia. Por otra parte, se tomarán las medidas referentes para ahuyentar los individuos de fauna antes de la etapa de preparación del sitio y en su caso el rescate y reubicación de aquellos de lento desplazamiento. Estas actividades se desarrollarán previo a los trabajos de desmonte o remoción de la vegetación. En el capítulo de las medidas de mitigación se describe con detalle los programas de rescate y reubicación de las especies de flora y fauna silvestre.

II.2.1.2.3. Remoción de la vegetación forestal

La remoción de la vegetación consistirá en derribar el estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo de toda la zona a intervenir; los objetivos son: i) permitir las maniobras para las actividades de la etapa de extracción, y ii) permitir el acceso a los vehículos de carga y transporte.

La remoción de la vegetación consistirá en derribar todos los árboles y especies vegetales a matarrasa en los polígonos señalizados y delimitados para realizar el CUSTF. Las actividades de desmonte se realizarán de forma gradual y unidireccional con herramientas manuales, tales como la motosierra, hachas y machetes. Cabe mencionar que, aunque las especies arbóreas y arbustivas a remover son no maderables, el objetivo del CUSTF no será el aprovechamiento forestal, por lo que el material vegetal que no tenga las dimensiones comerciales se usará en las actividades de restauración, específicamente en el acomodo de material vegetal muerto para reducir la erosión hídrica y retener los sedimentos de suelo. Esta actividad se realizará gradual conforme se valla explotando la arcilla, es decir, en áreas o polígonos no mayores a los 5 mil metros cuadrados, esto implica que una vez que se halla explotado el depósito de arcilla, este se cubrirá con el suelo orgánico y los restos vegetales. La remoción de la vegetación será con herramientas manuales.

II.2.1.2.4. Retiro y limpieza de los residuos vegetales

Todos los residuos vegetales producto de la remoción serán cortados y acomodados siguiendo las curvas de nivel con la finalidad de que estos se desintegren e incorporen como materia orgánica en el suelo, además de retener sedimentos por los escurrimientos superficiales en la zona de extracción y con ello se propicie el establecimiento de vegetación herbácea. Esta actividad se realizará manual con motosierras, hachas y machetes y el retiro de los productos maderables comerciales será en camiones rabones.

II.2.1.2.5. Gestión del horizonte superficial

El retiro de la capa orgánica del suelo constituye una fase crucial dentro de la preparación del sitio para la explotación de bentonita, ya que el horizonte orgánico representa un recurso esencial para la recuperación ambiental al finalizar las actividades extractivas. Esta operación técnica debe realizarse de manera meticulosa y bajo criterios de conservación para garantizar la integridad del material extraído y su posterior reutilización en los procesos de restauración ecológica.

Inicialmente, se identificará y delimitará la capa superficial del suelo que corresponde al horizonte orgánico, aproximadamente los primeros 20 centímetros. Este horizonte, caracterizado por su alto contenido de materia orgánica y nutrientes esenciales para la regeneración de la vegetación, será removido cuidadosamente utilizando maquinaria especializada como retroexcavadoras equipadas con palas diseñadas para minimizar la perturbación del subsuelo. La remoción se realizará en franjas delimitadas, asegurando una extracción uniforme.

El material extraído será transportado inmediatamente al banco de materia orgánica, un área de 1,000 m² acondicionada para su almacenamiento temporal. Este espacio contará con montículos de suelo protegidos mediante lonas impermeables o coberturas similares que eviten la pérdida de nutrientes por lixiviación y la desecación causada por exposición prolongada al viento y la radiación solar. Los montículos serán diseñados para permitir una aireación adecuada y prevenir la compactación, manteniendo así las propiedades físicas y químicas del material durante su almacenamiento.

II.2.1.2.6. Preparación del patio de maniobras y caminos de acceso

Para el patio de maniobras, se seleccionará y delimitará un área de 1,000 m² dentro del sitio, priorizando su ubicación estratégica para facilitar el tránsito de maquinaria pesada y optimizar la logística operativa. Se procederá con la nivelación del terreno, eliminando irregularidades y asegurando una base uniforme que soporte la maquinaria y las cargas sin riesgo de hundimientos o deslizamientos. Posteriormente, se compactará el suelo utilizando equipo especializado, lo que garantizará una superficie estable y resistente a las inclemencias climáticas, reduciendo la formación de polvo y charcos.

Además, se diseñarán y construirán caminos de acceso que conecten el patio de maniobras con los bloques de extracción y las vías externas de transporte. Estos caminos serán revestidos con una capa de grava compactada, lo que disminuirá significativamente el riesgo de erosión hídrica y eólica, al tiempo que mejorará la tracción de los vehículos de carga y maquinaria. Se incorporarán pendientes controladas y sistemas de drenaje lateral para evitar la acumulación de agua y escorrentías no deseadas, preservando la integridad del terreno adyacente.

II.2.1.2.6.1. Descripción de obras y actividades provisionales

Las obras y actividades propuestas no requieren de la construcción de obras asociadas y provisionales, pues se cuenta con la disponibilidad de los servicios siguientes.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-14: Disponibilidad de obras asociadas y provisionales.	
Servicio	Observación
Caminos de acceso y vialidades	No se requiere la construcción de nuevos caminos de acceso, se utilizarán las brechas disponibles para el acarreo de los materiales e insumos, solo se estará dando mantenimiento preventivo y correctivo cuando se requiera.
Servicio médico y respuesta a emergencias	Se cuenta con los servicios de salud en las comunidades cercanas.
Almacenes, recipientes, bodegas y talleres.	No será necesario el establecimiento de infraestructuras de tipo almacén, bodegas o talleres, ya que todos los servicios de mantenimiento a la maquinaria y equipo se llevará a cabo en establecimientos <i>in-situ</i> .
Campamentos, dormitorios, comedores.	Estos servicios se encuentran disponibles en las comunidades cercanas al sitio.
Helipuertos, aeropistas u otras vías	Solo se requiere del mantenimiento de los caminos de acceso para desarrollar las

de comunicación.

obras y actividades propuestas.

II.2.1.3. Operación - mantenimiento

II.2.1.3.1. Excavación y despalme de arcilla

En la etapa de excavación y manejo de material, se utilizará maquinaria especializada, como retroexcavadoras y cargadores frontales, para la extracción controlada de la arcilla hasta una profundidad de 1.5 metros, teniendo en cuenta que los primeros 20 cm de la capa orgánica serán removidos previamente. Las retroexcavadoras y cargadores frontales estarán equipados con los implementos adecuados para maximizar la eficiencia y minimizar el daño al terreno circundante, garantizando una operación precisa y segura.

Las excavaciones se realizarán de manera escalonada para minimizar el riesgo de deslizamientos y garantizar la estabilidad del terreno durante el proceso de extracción. El diseño consistirá en cortes sucesivos en franjas horizontales con inclinaciones controladas, lo que permitirá un manejo eficiente del material y reducirá alteraciones en la morfología del sitio. Las actividades se llevarán a cabo en áreas no mayores a 5,000 m², asegurando un aprovechamiento gradual y programado del depósito. Este enfoque permitirá la recuperación progresiva de las zonas intervenidas, facilitando abandonos parciales del sitio y minimizando el impacto ambiental asociado a la explotación.

II.2.1.3.2. Carga de la arcilla

Una vez realizada la excavación, el siguiente paso consistirá en la carga del material extraído a los camiones de volteo con capacidad de 14 m³ para su transporte. Este proceso se llevará a cabo de manera mecánica utilizando una retroexcavadora, la cual permitirá agilizar la carga del material, optimizando así el tiempo y la eficiencia operativa. La retroexcavadora estará equipada con un cubo de capacidad adecuada para asegurar una carga rápida y uniforme, minimizando las pérdidas de material y reduciendo el tiempo de espera entre cada ciclo de carga.

El uso de maquinaria especializada en este proceso es fundamental para manejar grandes volúmenes de material de manera eficiente, permitiendo cumplir con los objetivos del programa de trabajo. Además, se garantizará que los camiones de volteo sean de la capacidad adecuada para transportar la cantidad de material requerida, sin sobrecargar los vehículos ni comprometer su seguridad operativa.

Camiones de volteo

La carrocería principal del camión de volteo está anclada con un eje debajo de la cabina y de uno a tres ejes por debajo de la caja de volteo. Tiene una puerta posterior que es abatible en la parte superior, de modo que se abrirá automáticamente cuando se esté vertiendo el material. El mecanismo de vertido está accionado hidráulicamente con el fin de evitar problemas de compresión que a veces pueden ser encontrados al utilizar sistemas neumáticos. El motor del camión de volteo puede ser de gasolina o diésel. El funcionamiento de vertido utiliza los pistones hidráulicos para levantar el extremo de la caja de volteo que está más cerca de la cabina. Esto hace que la caja de volteo completa se incline, vertiendo lo que está contenido dentro de ella.

II.2.1.3.3. Transporte de la arcilla

El transporte de la arcilla se llevará a cabo utilizando camiones de volteo, los cuales son los vehículos más adecuados para las condiciones del terreno y permiten un desempeño eficiente durante el traslado del material. Se tomará especial cuidado para garantizar que el material no se degrade durante el transporte, implementando medidas para evitar su dispersión y asegurando que los camiones estén en condiciones óptimas de funcionamiento. Se mantendrán registros detallados de las cantidades extraídas y transportadas, lo que garantizará la trazabilidad del material y el cumplimiento de los objetivos de extracción establecidos. Durante todo el transporte de la arcilla los caminos estarán tapados con lonas para evitar su dispersión durante el transporte.

Para evitar daños en los caminos y asegurar el flujo adecuado de los camiones, se organizará la entrada y salida de los vehículos de forma coordinada. La sincronización de los tiempos de transporte será clave para evitar la obstrucción de las maniobras y garantizar que los camiones transiten solo por las áreas previamente establecidas en el sitio, minimizando el impacto en las áreas no intervenidas.

Es importante resaltar que todos los camiones que participen en el transporte de arcilla serán inspeccionados de manera anticipada para verificar que no presenten fugas de aceite o cualquier otro defecto que pudiera ocasionar contaminación o daños al entorno, conforme a las medidas de prevención y mitigación descritas en el plan de gestión

ambiental. Esta inspección preventiva es esencial para cumplir con las normativas y reducir los riesgos asociados con el transporte de materiales.

El material será transportado hasta los centros de abasto en las ciudades de Nazas y Cuencamé.

II.2.1.3.4. Programa de prevención de riegos

Todas las actividades de explotación de la arcilla involucran el uso de maquinaria pesada y la exposición a condiciones del terreno y meteorológicas cambiantes, la capacitación del personal debe ser integral y adaptada a los riesgos específicos de cada actividad.

El primer paso en la prevención de riesgos es la capacitación constante del personal en seguridad. Los trabajadores deben ser entrenados en el manejo adecuado de la maquinaria pesada, incluyendo retroexcavadoras, cargadores frontales y camiones de volteo, que son esenciales para la extracción, carga y transporte de la bentonita. La capacitación debe cubrir aspectos clave como el uso adecuado de equipos de protección personal (EPP), que incluye cascos, guantes, botas de seguridad, gafas de protección y respiradores, dependiendo de los riesgos involucrados. También es fundamental instruir al personal en procedimientos operativos estándar para la prevención de accidentes, como el manejo de materiales peligrosos y el mantenimiento preventivo de la maquinaria.

Es importante que el personal esté familiarizado con los procedimientos de emergencia, que deben ser claros y específicos para las actividades de explotación. En situaciones de emergencia, como derrumbes, deslizamientos de tierra o fallas en la maquinaria, el personal debe estar preparado para actuar rápidamente y seguir los protocolos establecidos para evacuar el área de manera segura. La capacitación debe incluir simulacros periódicos, en los cuales se simulen diferentes tipos de emergencias, para garantizar que los trabajadores respondan adecuadamente en situaciones de riesgo.

La instalación de equipos de primeros auxilios es otra medida fundamental para la prevención de riesgos. Debido a las condiciones de trabajo, los equipos de primeros auxilios deben estar ubicados en puntos estratégicos y deben ser fácilmente accesibles para los trabajadores en todo momento. Estos equipos deben contener suministros médicos adecuados para tratar lesiones comunes en este tipo de trabajo, como cortaduras, quemaduras, esguinces, contusiones, así como suministros para tratar situaciones más graves, como heridas profundas o accidentes con maquinaria.

En cuanto a los sistemas de comunicación, es esencial contar con medios que permitan la coordinación constante entre los trabajadores, supervisores y personal de emergencia. Se deben instalar radios bidireccionales, teléfonos satelitales o sistemas de comunicación por radiofrecuencia que garanticen la comunicación continua, incluso en condiciones adversas, como áreas remotas o de difícil acceso. La comunicación rápida y eficiente es esencial no solo para la coordinación operativa, sino también para la rápida respuesta ante emergencias, permitiendo que se tomen medidas inmediatas en caso de accidentes.

II.2.1.3.5. Tecnologías que se utilizarán, en especial las que tengan relación directa con la emisión y control de residuos líquidos, sólidos o gaseosos

En general, durante las etapas de operación y mantenimiento se van a generar emisiones de residuos sólidos, líquidos, ruido y gases en el sitio, por tanto, las tecnologías que se usarán para su control se refieren a aquellas que están incluidas en los vehículos automotores. El manejo de los residuos y emisiones de los contaminantes será como a continuación se describe:

- **Emisiones a la atmósfera.** Los humos generados por los vehículos y maquinaria utilizados durante la preparación del sitio, operación - mantenimiento; se podrán mantener dentro de los límites establecidos en la normatividad ambiental con el mantenimiento preventivo de los vehículos. Los polvos que se generen se podrán mitigar con el rocío y humedecimiento de los caminos de acceso y zonas de excavación.
- **Residuos sólidos que puedan ser generados.** Aunque se indicará al personal que eviten dejar residuos en las áreas de trabajo, pudieran encontrarse algunos envases rotos, bolsas de plástico o algunas latas, los cuales serán recolectados y depositados en contenedores, los cuales serán instalados dentro del área de trabajo y en los cuales se promoverá su reciclaje.
- **Emisiones de ruido.** Los ruidos ocasionados por los vehículos, máquinas y herramientas de trabajo; se podrán cuantificar al momento de iniciar con las actividades, sin embargo, se mantendrán los vehículos en óptimo estado para reducirlos al mínimo, mediante el mantenimiento preventivo; además, el personal será dotado de equipo de protección auditiva.

Retroexcavadora

- El funcionamiento del tractor es por combustión interna, mientras que el funcionamiento de las cucharas es una combinación del sistema eléctrico e hidráulico proveniente de la misma combustión generada en el tractor. La máquina cuenta con los silenciadores de su diseño industrial, garantizando que el ruido producido por su funcionamiento es el mínimo. Además de que, se llevará un mantenimiento preventivo para garantizar que la combustión sea lo más eficiente posible. Deberá contar con una cabina antivuelco y que proteja al operador de la inhalación del polvo producido durante la operación. Los ruidos producidos por la maquinaria no interferirán con las actividades de los poblados, ya que será en horarios establecidos y en el transcurso del día, no se realizarán actividades nocturnas que pudieran afectar los hábitos de los pobladores cercanos. La cabina debe también, proteger al operador del ruido de la máquina y contra el estrés térmico o la insolación en verano.

Camiones de volteo

- Al igual que la retroexcavadora los camiones funcionan con un sistema de combustión interna, que acciona el sistema hidráulico para el vertido; cuenta con silenciadores de fábrica, y se les dará mantenimiento preventivo para garantizar el mínimo de emisiones de gases provenientes de la combustión.

II.2.1.3.5.1. Tipo de mantenimiento

I.1.1.1.1.1.1. Maquinaria

El mantenimiento a la maquinaria y vehículos se realizará en talleres mecánicos de la ciudad de Nazas y Cuencamé. Para asegurar que el equipo se encuentra en óptimas condiciones, los mantenimientos se realizarán de forma periódica (cada 6 meses), evitando de esta manera la generación de contaminación atmosférica y por tanto ahorrando tiempos y movimientos.

En caso de que se presente la necesidad de hacer algún mantenimiento en el sitio, se realizará lejos de los cuerpos de agua, empleando charolas para la recuperación de derrames, para evitar la contaminación del suelo, subsuelo y cuerpos de agua.

El material colectado será manejado como residuo peligroso y trasladado a un centro de acopio de la ciudad de Gómez Palacio. La criba requiere de actividades limpieza y mantenimiento manual. El material retirado es depositado en el sitio determinado para este fin, por lo que las actividades de limpieza y mantenimiento a la criba no representan una fuente de contaminación.

I.1.1.1.1.1.2. Camino de acceso

Una de las actividades de mantenimiento importantes de los caminos de bajo tránsito es mantener el **drenaje** de los escurrimientos controlado, pues constituye el factor más importante que puede afectar la calidad del agua, la erosión y los costos de mantenimiento. Las principales acciones de mantenimiento del camino son:

Control del drenaje superficial

El agua superficial de la calzada debe controlarse mediante medidas de drenaje positivas usando secciones **con peralte hacia afuera, peralte hacia adentro**, o de coronamiento del camino.

Relleno de baches y grietas

Esta actividad de mantenimiento es muy frecuente en los caminos y su principal causa es por las precipitaciones que golpean directamente con el suelo desnudo ocasionando estancamientos de agua o canalillos, éstas se rehabilitan o se recuperan por medio de su mantenimiento preventivo con el material adecuado (suelo con la granulometría adecuada para el desalojo de agua), por medio de un tractor o una motoniveladora para formar los peraltes adecuados a la configuración del terreno.

Cunetas

En cualquier labor de conservación relacionada con el drenaje pluvial, deberá contar con canales para el desalojo del agua hacia las laterales. Estos canales deberán estar libres de piedras y restos vegetales para evitar el desbordamiento del agua hacia la calzada de rodamiento de los caminos de acceso.

II.2.1.3.6. Control de malezas o fauna nociva

Dadas las características del sitio no se desarrolla maleza de importancia (rápido crecimiento), por lo que, en caso de presentarse alguna especie, esta será retirada en forma manual, de ninguna manera se utilizarán herbicidas, ni fuego como método de control. No existe fauna nociva (roedores) por lo que no es necesaria la aplicación de un control mediante el uso de trampas o ratoneras.

II.2.1.4. Abandono de sitio

II.2.1.4.1. Nivelación y suavizado de suelo mineral

Una vez completada la extracción de la arcilla en cada área, el proceso de nivelación y recuperación del suelo es fundamental para restaurar las condiciones originales del sitio y prevenir futuros problemas de erosión o inestabilidad. Para ello, se debe proceder con el relleno de las áreas excavadas utilizando material estéril, que deberá ser transportado y colocado en capas. Cada capa debe ser compactada adecuadamente utilizando maquinaria pesada, lo que permitirá evitar hundimientos o asentamientos futuros del terreno. Es importante que el relleno de material estéril se realice de manera homogénea y progresiva para asegurar una distribución uniforme y evitar zonas de baja densidad que puedan comprometer la estabilidad del suelo a largo plazo.

El suavizado del terreno debe ejecutarse de acuerdo con las características originales del sitio, respetando los perfiles y pendientes naturales del terreno. Esto ayudará a minimizar la alteración de los procesos hidrológicos y a asegurar que el agua de lluvia se distribuya adecuadamente sobre el área restaurada, evitando la acumulación excesiva de agua en algunas zonas, lo que podría generar problemas de encharcamiento o erosión. Para lograr una recuperación efectiva, se debe tener en cuenta la topografía original y realizar una nivelación precisa para que las áreas restauradas se integren de manera natural con el paisaje circundante. Estas actividades se realizarán de manera periódica de acuerdo al calendario de actividades.

II.2.1.4.2. Reincorporación de capa orgánica al suelo desnudo

La reincorporación de la capa orgánica es un paso crucial en la restauración ecológica, ya que el material orgánico es esencial para la fertilidad del suelo y la regeneración de la vegetación. Este material debe ser dispersado uniformemente sobre las áreas restauradas, de forma que cubra toda la superficie de manera que se fomente el crecimiento de las especies vegetales. La capa orgánica deberá ser aplicada con cuidado, evitando su compactación o pérdida de estructura, ya que esto puede inhibir la germinación de las plantas y dificultar la fijación de la vegetación en el suelo.

II.2.1.4.3. Programa de restauración

En la etapa de abandono del sitio se propone un programa de restauración del suelo con presas filtrantes de piedra acomodada y cordones de piedra y restos vegetales siguiendo las curvas de nivel del terreno. Estas obras proporcionan protección al suelo evitando la erosión hídrica y disminuir el escurrimiento superficial; favoreciendo el incremento del contenido de humedad en el suelo y con ello la regeneración natural. Estas obras se construirán en toda el área del desmonte para evitar el arrastre de los azolves acumulados. Las características que tendrán las obras de conservación de suelos serán las siguientes:

- **Presas filtrantes de piedra acomodada**

Es una estructura construida con piedras acomodadas, que se coloca transversalmente a la dirección del flujo de la corriente y se utiliza para el control de la erosión en cárcavas. Las dimensiones de las obras serán: 0.9 m de alto, 0.70 m de grosor y una longitud de 1 m, pudiéndose modificar las dimensiones según la necesidad de la cárcava, pero no el número total, una vez instaladas, cada año posterior deberán tener mantenimiento para garantizar su funcionalidad.

- **Acomodo de piedra y material vegetal muerto**

Consiste en formar cordones con material vegetal muerto resultante del desmonte y piedras que se removieron durante la explotación de la arcilla (máximo 30 cm de diámetro). El acomodo de estos materiales proporciona protección del suelo, evita la erosión hídrica, disminuye el escurrimiento superficial e incrementa el contenido de humedad en el suelo, lo que favorece la regeneración natural. Las dimensiones consideradas para estas obras son: 0.25 m de alto, 0.30 m de grosor, se ha considerado una longitud mínima de 10 m y la máxima de 50 m, toda vez que los cordones deberán ser colocados de acuerdo a la pendiente predominante del terreno, y ésta a su vez varía significativamente a lo largo de toda la superficie. Los detalles del programa de restauración se presentan en el Capítulo VI del presente estudio.

II.2.1.4.4. Programa de reforestación

La vegetación ayuda a la incorporación de materia orgánica en los suelos desnudos que a su vez asegura tener una mayor filtración de agua hacia el subsuelo. La reforestación con especies nativas tiene el objetivo de restaurar más rápidamente el sitio del impacto visual y estabilizar la estructura física del suelo. Las actividades que se proponen desarrollar con la implementación de un programa de reforestación son.

1. Cercado de las áreas propuestas para la plantación contra factores de disturbio como el pisoteo y ramoneo de ganado. Se recomienda colocar una cerca con alambre de púas en el perímetro de cada polígono a reforestar.
2. Permitir la revegetación de especies vegetales herbáceas y de pastos en el sitio a través de riegos esporádicos después cubrir con suelo rico en materia orgánica.
3. Acomodar las rocas de mayor dimensión siguiendo el contorno de las curvas de nivel, para evitar el arrastre de las partículas del suelo por la acción de los escurrimientos superficiales.
4. Plantar los árboles originarios del tipo de vegetación del sitio (especies nativas).
5. La meta será reforestar **3.45 ha** que fueron ocupadas por el banco de arcilla de bentonita.

El programa de reforestación se detalla en los apartados subsecuentes respecto a las medidas de mitigación y restauración, donde se describen las especies a reforestar, plazos, métodos y actividades de monitoreo y mantenimiento.

II.2.1.4.5. Programa de abandono definitivo del sitio (monitoreo)

II.2.1.4.5.1. Objetivos

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 elementos de control y seguimiento necesarios para garantizar su compatibilidad con el medio ambiente una vez concluida su vida útil. En un contexto general, los objetivos del programa abandono definitivo 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.
- d. Favorecer la integración armónica del sitio en el desarrollo de la región, atendiendo a los principios de la sustentabilidad ambiental, social y económica.

II.2.1.4.5.2. Actividades de rehabilitación, compensación y restitución

Para lograr la integración de las áreas ocupadas por la infraestructura se tendrá un programa de actividades de rehabilitación, compensación y restitución después de concluir la vida útil, siendo las siguientes.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-15. Programa de actividades durante el abandono del sitio.

No.	Actividad	Componente por proteger	Período de ejecución	Meta
1	Programa de reforestación	Flora	Anual	3,450 m ²
2	Mantenimiento de la reforestación	Agua	Anual	Varios
3	Programa de control de azolves	Agua	Anual	Adim
4	Mantenimiento al programa de control de azolves	Flora y aire	Permanente	Adim
5	Colocar letreros alusivos de protección de la fauna silvestre	Suelo y agua	Anual	4

II.2.1.5. Utilización de explosivos

Para el desarrollo de las obras y actividades **no es necesario el uso de explosivos**, puesto que la explotación de la bentonita se realizará mediante medios mecánicos con el uso de maquinaria especializada (retroexcavadora).

II.2.2. Descripción de las obras asociadas

No se requiere de construir **obras asociadas o complementarias**, se aprovechará la infraestructura disponible en las poblaciones cercanas, donde se ubicarán los albergues para hospedaje y alimentación, de servicios, almacenes, etc., lo cual vendrá a minimizar o reducir los impactos negativos al ambiente.

II.2.3. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

La generación de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera se presentarán en todas las etapas, aunque serán mínimos, dado que el uso de la maquinaria es temporal, por lo que se tendrá especial cuidado en cuanto a la recolección de todo tipo de residuos para depositarlos en el lugar de confinamiento final. La 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 cabecera municipal de **San Luis del Cordero y/o 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.

II.2.3.1. Residuos no peligrosos

➤ Residuos sólidos

Los principales residuos sólidos a generar son; el suelo mineral y los residuos o restos vegetales producto del desmonte. El material vegetal será utilizado para proteger de la erosión el derecho de vía acomodándolos de forma horizontal en las pendientes siguiendo el contorno de las curvas de nivel. Otros residuos que se considera se generarán en el transcurso de la obra son: papel, cartón, residuos orgánicos, latas y vidrio. En la etapa de preparación del sitio y operación - mantenimiento se tendrá mayor concentración de personas y por lo tanto mayor será la generación de estos residuos. El volumen estimado se presenta en el cuadro siguiente

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-16. Residuos sólidos y de manejo especial generados.

Etapas	Bolsas de plástico	Papel	Botella de plástico	Bote de aluminio	Residuos de comida	Envoltura de productos (varios)	Utensilios de unicel	Utensilios de plástico	Botella de vidrio
	kg /año	kg /año	kg /año	kg /año	kg /año	kg /año	kg /año	kg /año	kg /año
	0.9	0.6	0.6	0.3	2.6	1.7	1.2	0.9	1.2
Preparación del sitio	20.5	13.7	13.7	6.8	106.9	71.3	47.5	35.6	47.5
Operación - mantenimiento	41.0	27.4	27.4	13.7	213.8	142.6	95.0	71.3	95.0
Kg/total	61.6	41.0	41.0	20.5	320.8	213.8	142.6	106.9	142.6

➤ Residuos líquidos

Para desarrollar las obras y actividades no se requiere de grandes cantidades de agua, solo la necesaria para hidratar a los trabajadores en las diferentes etapas, la cual será proporcionada en garrafones desde los poblados cercanos. Las aguas residuales de las letrinas portátil, éstas serán descargados en los biodigestores disponibles en la ciudad de Cuencamé y los responsables de su confinamiento serán las empresas prestadoras de este servicio.

➤ Emisiones a la atmósfera

Los caminos de acceso 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.

Las emisiones de CO₂ a la atmosfera serán aquellas que se generen con la maquinaria y vehículos utilizado durante las etapas de construcción y operación. Considerando la calculadora de emisiones de CO₂ disponible en

<https://planetacarbononeutral.org/calculadoras-de-huella-de-carbono/#top>, las emisiones estimadas por año se desglosan con la metodología de cálculo del cuadro siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-17. Estimación de emisiones de CO₂ por año

Vehículo / Maquinaria	Cantidad	Kilómetros / año	Huella (CO ₂ / km)	Emisiones CO ₂ (Ton)
Camión de volteo	1	27673.9	0.0008	22.1391
Pick Up	2	250.0	0.0002	0.10
Retroexcavadora	1	8302.1	0.0008	6.64
Total				28.88

Nota: La maquinaria fija se estimó considerando la distancia a la planta y los viajes anuales.

➤ **Emisiones de ruido**

Los vehículos y principalmente la maquinaria involucrada en el desarrollo de las obras mineras deberán ajustarse a la normatividad vigente (**NOM-080-SEMARNAT-1994**), los niveles sonoros emitidos serán medidos en decibeles como se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-18. Límites máximos permisibles en decibeles para vehículos y maquinaria.

Peso bruto vehicular (Kg)	Límite máximo permisibles Db
Hasta 3,000	79
Más de 3,000 y hasta 10,000	81
Más de 10,000	84

a). Intensidad en decibeles (Db) y duración del ruido en cada una de las etapas

La principal fuente de emisiones de ruido a la atmósfera será la maquinaria utilizada en la explotación de la arcilla y su transporte, para su estimación se consideró una jornada de trabajo de 8 horas de exposición por persona, con protección auditiva y solo en la etapa de operación. La relación de áreas y niveles de ruido se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-19. Relación de áreas y ruidos

FUENTE	Etapas	SIN PROTECCIÓN AUDITIVA (Db)	REDUCCIÓN CON EQUIPO DE PROTECCIÓN (Db)	CON PROTECCIÓN AUDITIVA (Db)
Explotación	Operación	85	17.7	67.3
Transporte	Operación	83	17.7	65.3

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.

b) Fuentes principales emisoras de ruido

Las principales fuentes emisoras de ruido serán las siguientes:

- Maquinaria pesada (retroexcavadora). Cuenta con silenciadores de fábrica.
- Camiones de volteo. Cuenta con silenciadores de fábrica.
- Camionetas tipo Pick Up. Cuenta con silenciadores de fábrica.

Finalmente es necesario mencionar que el sitio se localiza en una zona despoblada y, por tanto, los impactos por la generación de ruido a la población local serán nulos, dado que no existen núcleos de población en un radio máximo de 5 kilómetros.

II.2.3.2 Residuos peligrosos

En la etapa de operación - mantenimiento se genera la mayor cantidad de residuos peligrosos debido al desgaste y mantenimiento de la maquinaria utilizada. La recolección principalmente será en los **talleres** de la ciudad de Cuencameé

(cambio de refracciones y mantenimiento menor). En caso de presentarse fallas *in situ* el manejo y disposición será a través de contenedores metálicos de 200 litros de capacidad y transportados a la ciudad de **Cuencamé** para su confinamiento final por empresas prestadoras de este servicio. Durante todas las etapas se evitará que los residuos entren en contacto directo con el suelo, por lo que durante el mantenimiento del equipo y maquinaria se utilizarán lonas o trapos absorbentes, con lo que se evita que estos residuos sean filtrados al suelo y contaminen el agua, en caso de que se presentes derrames, se removerá el suelo contaminado y se resguardará en un almacén temporal en los poblados cercanos para enviarlo a una empresa especializada y autorizada para su tratamiento o confinamiento final. La cantidad para cada tipo de residuo fue estimada considerando la maquinaria que se utilizará como se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-20. Residuos peligrosos generados en las etapas de construcción y operación.

Descripción del residuo	Código de peligrosidad					Cantidad mensual	Unidad
	C	R	E	T	I		
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

II.2.4. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

II.2.4.1. Residuos sólidos urbanos

Los residuos sólidos urbanos serán recolectados en los frentes de trabajo, donde serán trasladados semanalmente al relleno sanitario del poblado de **San Luis del Cordero**, localizado a **15 km** del sitio. Se utilizará el sistema de separación de los residuos orgánicos e inorgánicos con contenedores dispuestos en diferentes sitios estratégicos que tendrán las características que se muestran en la figura siguiente.



Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-5. Ejemplo de contenedores para los residuos sólidos generados.

II.2.4.2. Residuos peligrosos

Todos los residuos peligrosos que se generen en el sitio serán recolectados en recipientes adecuados, para posteriormente ser transportados hasta los centros de acopio en la ciudad de **Cuencamé o Nazas**. Se llevará un registro de control por medio de bitácoras y posteriormente serán enviados para su confinamiento final por las empresas debidamente autorizadas para su transporte.

II.2.4.3. Residuos de manejo especial

Los residuos de manejo que puedan llegar a ser generados por las actividades relacionadas con las obras y actividades mineras serán transportados a los almacenes en la ciudad de **Cuencamé** para su posterior reciclado o reutilización. Los residuos serán recolectados mensualmente y serán enviados a los centros de acopio por prestadores de servicios debidamente autorizados por la Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del gobierno del estado de Durango.

II.2.4.4. Aguas residuales

La mayor parte de estos residuos serán generados en los poblados que cuentan con el servicio de drenaje. En los frentes de trabajo se instalarán sanitarios portátiles y el mantenimiento será por empresas debidamente registradas para prestar este servicio por las autoridades ambientales en el estado de Durango.

II.2.5. Otras fuentes de daño

Considerando las obras y actividades a desarrollar en el programa de trabajo no se ha identificado daños por contaminación térmica, radiactiva, o lumínica al ambiente. Puesto que no se utilizarán equipos, herramientas y/o aparatos que pudieran causar estos tipos de contaminación.

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS EN MATERIA AMBIENTAL Y USO DEL SUELO

La obra y actividades propuestas son congruentes con el *Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030*, que permitirá el desarrollo y expansión de la infraestructura civil para mejorar las condiciones de vida de los estados y municipios, 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* del 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.

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 área de influencia no se observaron zonas arqueológicas reconocidas que pudiesen ser modificadas. Por su parte, respecto a la regulación sobre el uso del suelo, se realizaron las consultas en los planes de ordenamiento ecológico estatal donde no se restringen las obras y actividades propuestas. Por su parte, el *Plan Estatal de Desarrollo*, tiene como objetivo impulsar las actividades productivas sustentables en las comunidades alejadas de los centros de población como una prioridad para abatir el grado de marginación y pobreza extrema. Por tanto, las obras y actividades se vincularon con los instrumentos normativos siguientes.

III.1. Programa de desarrollo municipal

La política de desarrollo del municipio de **San Luis de Cordero** 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 fuentes de empleo. Entonces, el Programa de Desarrollo Municipal pretende propiciar el desarrollo económico, aprovechar los recursos naturales renovables y no renovables considerando los principios de la sustentabilidad ambiental. Además, pretende instrumentar y operar adecuadamente el desarrollo sustentable con la participación coordinada de los sectores públicos y privados de la sociedad en general. Este programa está elaborado para ser la base de un municipio próspero con mejores oportunidades de calidad de vida de sus habitantes. Las obras y actividades se vinculan con diversos objetivos del programa de desarrollo municipal en su sección novena sobre el *desarrollo sustentable, la protección al medio ambiente, el ordenamiento ecológico y la regulación de la posesión de animales domésticos*. Establece el desarrollo sostenido y equitativo de la calidad de vida de los habitantes, estará fundado en medidas apropiadas de conservación y protección del medio ambiente, que permitan satisfacer las necesidades de la generación actual sin sacrificar su capacidad para las futuras generaciones. Lo anterior se logra mediante instrumentos de planeación que establecen un conjunto de disposiciones y normas para ordenar, planear y regular el uso de suelo, las reservas y aprovechamiento de los recursos naturales. El sitio se ubica en una zona rural, por lo tanto, no hay impedimentos dentro de este instrumento que limite la explotación de la arcilla de bentonita.

III.2. Plan estatal de desarrollo

El plan de desarrollo estatal de Durango (2023 - 2029) en su eje segundo (**Durango Competitivo, Próspero y de Oportunidades**), menciona que el gobierno de Durango impulsa la inversión pública y privada, la infraestructura estratégica y la productividad regional, para la generación de empleos y mayores oportunidades de crecimiento económico. En cuanto al desarrollo económico competitivo su objetivo 2.1 es potenciar el crecimiento sostenido y la creación de empleos, para lo cual es necesario identificar las vocaciones y ventajas competitivas de las regiones del estado. Derivado del análisis y procesamiento de las propuestas recabadas se lograron identificar las temáticas y acciones prioritarias para nuestra sociedad, las cuales fueron consideradas a través de estrategias y líneas de acción en cada uno de los cuatro ejes rectores, que sin duda serán la pauta para el diseño e implementación de las políticas públicas, marcando como algunas de las prioridades la educación, **empleo**, recursos naturales, turismo, infraestructura, salud, arte y cultura.

En cuanto al **aprovechamiento de los recursos naturales** se refiere, el objetivo 2.10 busca promover la minería metálica y no metálica como detonante económico de las regiones, para lo cual es necesario promover de manera integral el potencial minero del estado a través de líneas de acción concretas, lo que marca la necesidad de crear políticas públicas sostenibles que además de generar empleos para beneficio de los duranguenses, cuiden los recursos naturales, la biodiversidad, así como apoyar a los pequeños y medianos empresarios que trabajan en el ramo. Algunas de las estrategias y líneas de acción vinculables con las obras y actividades son:

- Impulsar inversiones que consoliden el desarrollo sostenido del sector.
- Apoyar a la pequeña minería para la identificación de lotes viables de exploración y la cubicación de reservas explotables.
- Generar programas de capacitación a favor de la pequeña y gran minería.
- Brindar acompañamiento a las empresas mineras y comunidades para el cumplimiento de normas y regulaciones en la materia.
- Establecer una vinculación permanente con las autoridades competentes para la exploración y explotación de la minería metálica y no metálica.
- Crear programas para la generación de valor agregado en el sector.
- Generar alianzas con las empresas para fortalecer el desarrollo de las **comunidades mineras**.

III.3. Plan nacional de desarrollo

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 obras y actividades propuestas son congruentes con el *Plan Nacional de Desarrollo 2025 - 2030*, que permitirá el desarrollo regional de las zonas rurales, integrando las actividades económicas en la promoción y desarrollo sustentables del campo mexicano, 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.

Las obras y actividades se vinculan directamente al Plan Nacional de Desarrollo 2025 - 2030 en su meta de *impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo*, siendo su principal objetivo, **impulsar la reactivación económica y lograr que la economía nacional vuelva a crecer a tasas aceptables**. Para ello se requiere, en primer lugar, del fortalecimiento del mercado interno, lo que se conseguirá con una política de recuperación salarial y una estrategia de creación masiva de empleos productivos, permanentes y bien remunerados. En este sentido las obras y actividades propuestas generan **empleos bien remunerados, contribuyendo al desarrollo regional y mejorando la calidad de vida de los habitantes**.

III.4. 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 es 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.

III.5. Análisis de los instrumentos normativos

La LGEEPA en su artículo 5º fracción II otorga atribuciones a la Federación para la regulación de las acciones para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente que se realicen en bienes y zonas de jurisdicción federal, como lo es el caso de los cambios de uso de suelo en terrenos forestales. Asimismo, la Ley General de la Administración Pública Federal en su artículo 32 bis, fracción XI atribuye a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales evaluar y dictaminar las manifestaciones de impacto ambiental. De esta forma, y aplicando lo establecido en los artículos 4; 5 fracciones II, X, y XI; 15 fracciones II, IV, VI, XI y XII; 28 primer párrafo y fracción I y VII; 30 primer párrafo; 34 primer párrafo y 35 primer, segundo y último párrafo de la fracción II de la LGEEPA y en los artículos 2; 3 fracción I Ter; 4 fracciones I y II; 5 inciso O) fracción II; 12; 14; 17; 37; 38; 44; 45; 48 y 49 de su reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental. Además, dado que para el establecimiento de la infraestructura implica la remoción de la cubierta vegetal natural del sitio es aplicable la LGDFS de acuerdo a los artículos 10 fracción XXX, 14 fracción XI, 68 fracción I, 93, 97 y 100 en materia de cambio de uso de suelo y los artículos 139, 141, 143, 144 y 152 de su reglamento.

III.5.1. Leyes

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

Las obras y actividades propuestas están vinculadas al cumplimiento con lo establecido en el artículo 28, *fracción III* de la LGEEPA, respecto a la explotación de recursos minerales, por lo tanto, se requiere de la elaboración de una Manifestación de Impacto Ambiental en cumplimiento con el artículo 30 de la misma ley, esta manifestación deberá *contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate.*

Además, menciona que la evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

(...)

VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)

Por la afectación de recursos forestales maderables y no maderables con las obras y actividades será necesario realizar el **CUSTF** en cumplimiento a lo establecido en los artículos *10 fracción XXX, 14 fracción XI, 68 fracción I, 93, 97 y 100 de la LGDFS*. El cambio de uso de suelo se define como "La remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales" (SEMARNAT, 2008). En forma precisa, el cambio del suelo se refiere a la ocupación del sitio que sustenta vegetación forestal por el aprovechamiento de la bentonita. La vinculación de las obras y actividades con la LGDFS está orientada a cumplir los objetivos siguientes.

- Justificar y gestionar ante la SEMARNAT el aprovechamiento forestal único por concepto del CUSTF.
- Establecer las medidas de prevención, protección, mitigación y restauración de los impactos ambientales identificados durante las diferentes etapas de la obra.
- Realizar un programa de compensación ambiental de la vegetación a remover.
- Caracterizar y evaluar los servicios ambientales que pueden resultar afectados durante el desarrollo de las obras y actividades.

- Caracterizar y evaluar la vegetación forestal a remover para permitir la construcción y operación de la obra.
- Participar en el desarrollo socioeconómico de la región con la creación de fuentes de empleo que permita elevar la calidad de vida de los habitantes.
- Diseño y aplicación de un plan de manejo ambiental para las medidas preventivas, de restauración, protección y mitigación de los impactos ambientales adversos identificados.

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

La LGPGIR tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación. En la construcción y operación de la obra, 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, es vinculante la LGPGIR para el manejo y correcta disposición de todos los residuos sólidos generados y, además, se deberá contratar a una empresa prestadora de este servicio para su confinamiento y/o su posible reciclaje. Las obras y actividades darán cumplimiento a los [artículos 18, 19 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](#) respecto a los residuos peligrosos. Por otro lado, para dar cumplimiento a lo establecido en el [artículo 100](#) queda prohibido verter residuos en la vía pública, predios baldíos, barrancas, cañadas, ductos de drenaje y alcantarillado, cableado eléctrico o telefónico, de gas; en cuerpos de agua; cavidades subterráneas; áreas naturales protegidas y zonas de conservación ecológica; zonas rurales y lugares no autorizados por la legislación aplicable, incinerar residuos a cielo abierto y abrir nuevos tiraderos a cielo abierto.

Ley General de la Vida Silvestre

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

Se han establecido actividades para rescate de especies de fauna silvestre para asegurar su supervivencia en cumplimiento de esta ley, las actividades de rescate se realizarán en caso de encontrar algún espécimen lo cual resulta poco probable, debido a las condiciones del sitio, el cual ya sufrió cambios por actividades antrópicas. Además, dentro del monitoreo se establecerán estrategias para cuantificar la abundancia y diversidad de la fauna silvestre local.

Ley de Aguas Nacionales

Las obras y actividades no consideran el aprovechamiento de los cuerpos de agua existentes. Es aplicable el Título Séptimo Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas y Responsabilidad por Daño Ambiental; Capítulo I Prevención y Control de la Contaminación del Agua, que señala que las personas físicas o morales, incluyendo las dependencias, organismos y entidades de los tres órdenes de gobierno, que exploten, usen o aprovechen aguas nacionales en cualquier uso o actividad, serán responsables en los términos de ley de implementar las medidas prioritarias siguientes:

- Realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y, en su caso, para reintegrar las aguas referidas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su explotación, uso o aprovechamiento posterior, y
- Mantener el equilibrio de los ecosistemas vitales.

Ley Minera

Las obras mineras propuestas se refieren únicamente a la **explotación** de minerales no metálicos, como lo indica el **artículo 3 fracción II** de la Ley Minera que a la letra dice: *Las obras y trabajos destinados a la preparación y desarrollo del área que comprende el depósito mineral, así como los encaminados a desprender y extraer los productos minerales o sustancias existentes en el mismo.*

Se da cumplimiento con las obras y actividades propuestas al segundo párrafo del **artículo 20 de la Ley de Minería** que a la letra dice: *Quedan prohibidas las obras y trabajos de exploración, explotación y beneficio minero dentro de las áreas naturales protegidas, en cauces o vasos de aguas nacionales y sus zonas federales, en los zócalos*

submarinos de islas, cayos y arrecifes, el lecho marino, el subsuelo de la zona económica exclusiva, en la zona federal marítimo terrestre y en los terrenos ganados al mar.

Además, las obras de restauración y mitigación de impactos ambientales son vinculantes con el **artículo 39** de esta Ley que a la letra dice; *En las actividades de exploración, explotación, beneficio y aprovechamiento de minerales o sustancias, las personas concesionarias o asignatarias deben preservar, restaurar y mejorar el ambiente, prevenir y controlar la contaminación del aire, agua, suelo y subsuelo, y respetar los derechos de las comunidades indígenas y afromexicanas, de conformidad con las disposiciones aplicables a la materia.*

III.5.2.Reglamentos

Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental

Las obras y actividades están vinculadas a lo establecido al reglamento de la LGEEPA, en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, en su **Capítulo II**, Artículo 5^º, inciso L) EXPLORACIÓN, EXPLOTACIÓN Y BENEFICIO DE MINERALES Y SUSTANCIAS RESERVADAS A LA FEDERACIÓN:

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

Por lo antes expuesto, la explotación de los minerales de interés y la construcción de la infraestructura de apoyo es vinculante con el reglamento de la LGEEPA con el objetivo de establecer medidas tendientes a proteger, mitigar y conservar los recursos naturales del área de influencia ambiental.

De acuerdo con el reglamento de la LGEEPA, en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, en su *Capítulo II, Artículo 5, inciso O)*, menciona: CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:

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

Por lo anterior, es vinculante este artículo por la naturaleza de las obras y actividades que implican la remoción de la vegetación natural.

Reglamento de la LGDFS

Específicamente las obras y actividades estarán vinculadas con el reglamento de la LGDFS en caso de que se requiera 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:*

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

II. Lugar y fecha;

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

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

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

Reglamento de la LGPGIR

Las obras y actividades se vinculan directamente con el reglamento de LGPGIR en la generación, manejo y disposición de residuos **peligrosos** (aceites, grasas, hidrocarburos, etc.), de **manejo especial** (mangueras, conexiones, metales, maderas, etc.) y **sólidos urbanos**. El artículo 16 del reglamento de la LGPGIR establece las modalidades y tipo de **planes de manejo** de los residuos con el objetivo de coordinarse con las autoridades municipales y estatales en la competencia de sus atribuciones para su registro y formulación.

III.5.3. Normas oficiales aplicables

La vinculación de las obras y actividades con las NOM aplicables se describe en el cuadro siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-21. 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 fijas		
NOM-041-SEMARNAT-2006	Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes de los escapes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Se deberá realizar un mantenimiento periódico de la vehículos, maquinaria y equipo a emplear. También se deberán vigilar los niveles de emisiones por la maquinaria empleada, así como las plantas de energía que empleen gasolina como combustible durante todas las etapas.
NOM-045-SEMARNAT-2006	Establece los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.	
NOM-085-SEMARNAT-2005	Contaminación atmosférica-fuentes fijas. Para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxidos de azufre y óxidos de nitrógeno y los requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión.	La utilización de sistemas de generación de energía eléctrica que funcionen como motores de combustión interna, y por tanto se producirán emisiones a la atmósfera. La observación a esta norma se realizará mediante la certificación de los equipos utilizados, en los momentos siguientes: previamente a su puesta en marcha y verificación de su estado mínimo cada 6 meses a partir de su operación hasta que el equipo sea dado de baja.
NOM-086-SEMARNAT-2005	Contaminación atmosférica. Especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en las fuentes fijas y móviles.	Se utilizará, maquinaria y vehículos de combustión interna a base de combustibles fósiles, se deberán tener un programa de mantenimiento preventivo.

Para la emisión de ruido por vehículos y fuentes fijas

NOM-011-STPS-2001	Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.	Se trabajará con maquinaria pesada, la cual emite niveles sonoros, estos deben estar determinados a lo que establece la norma, para preservar la salud contra el daño auditivo del trabajador.
NOM-080-STPS-1993	Higiene industrial-Medio ambiente laboral. Determina el nivel sonoro continuo equivalente al que se exponen los trabajadores en los centros de trabajo.	Se trabajará con maquinaria pesada, la cual emite niveles sonoros, estos deben estar determinados por la norma, para preservar la salud contra el daño auditivo del trabajador.
NOM-080-ECOL-1994	Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes de los escapes de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	Se dará mantenimiento periódico de la maquinaria y el equipo utilizados, así como dotar al personal que labore, de equipo de protección contra el ruido.
NOM-081-SEMARNAT-1994	Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	

Para la protección del personal

NOM-004-STPS-1999	Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en maquinaria y equipos que se utilicen en los centros de trabajo.	Los trabajadores deberán usar el equipo necesario para proteger y prevenir riesgos de trabajo.
NOM-006-STPS-2000	Manejo y almacenamiento de materiales, condiciones y procedimientos de seguridad.	Se deberán identificar los riesgos potenciales de sustancias químicas peligrosas presentes en la obra. Se deberá proceder un manual para el manejo, transporte y almacenamiento seguro de sustancias químicas peligrosas, en las cuales se debe incluir la identificación de recipientes.
NOM-017-STPS-2001	Equipo de protección personal, selección, uso y manejo en los centros de manejo.	Los trabajadores deberán usar el equipo necesario para proteger y prevenir riesgos en los centros de trabajo
NOM-019-STPS-1993	Constitución y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.	Se deberá tener brigadas de atención a emergencias, por parte de la Promovente y la Contratista.
NOM-021-STPS-1994	Relativa a los requerimientos y características de los informes de los riesgos de trabajo que ocurran, para integrar las estadísticas.	Incluir en las bitácoras de control del personal lo relativo a los riesgos de trabajo.
NOM-025-STPS-1999	Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.	Se deberán establecer los requerimientos de iluminación en las áreas y centros de trabajo, para

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

NOM	Contenido	Cumplimiento
		proveer un ambiente seguro y saludable en la realización de las tareas de los trabajadores.
NOM-026-STPS-1998	Colores y señales de seguridad, higiene e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.	Se deberán ubicar señalamientos adecuados de seguridad e higiene de tal manera que puedan ser observados e interpretados por los trabajadores.
NOM-027-STPS-2000	Soldadura y corte. Condiciones de seguridad e higiene.	Al trabajar con maquinaria pesada se podría fracturar algún metal constituyente de la máquina, el cual pudiera ser pegado por medio de la soldadura, el mantenimiento debe darse en lugares expreso.
NOM-100-STPS-1994	Seguridad-extintores contra incendios a base de polvo químico seco con presión contenida.	Al manejar gasolina y diésel, el primero que es de alta volatilidad se pudiera generar un incendio, por lo que se deberá considerar la seguridad de los extintores a base de polvo químico. Se deberá garantizarse el mantenimiento adecuado a los extintores y su facilitar su disposición.
NOM-102-STPS-1994	Seguridad-extintores contra incendios a base de bióxido de carbono.	
NOM-103-STPS-1994	Seguridad-extintores contra incendios a base de agua con presión contenida.	
NOM-113-STPS-1994	Calzado de protección.	El personal deberá contar con el calzado adecuado para las actividades que realice.

Para el control, manejo y transporte de residuos peligrosos generados

NOM-052-SEMARNAT-2005	Establece las características de los residuos peligrosos, listado de estos y los límites que hace a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	Los vehículos y maquinarias a utilizarse pueden generar residuos peligrosos derivados del aceites, grasas, gasolina y diésel, por lo que deberá caracterizarse los residuos peligrosos a generarse.
NOM-054-SEMARNAT-1993	Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-1993.	El manejo de los residuos peligrosos deberá estar basado en la incompatibilidad de éstos, para evitar reacciones no deseadas o contaminación al ambiente.

Protección a la flora y a la fauna

NOM-059-SEMARNAT-2010	Protección ambiental - especies nativas de México de flora y fauna silvestres – categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - lista de especies en riesgo.	No se deberá permitir la remoción o captura, cacería o comercialización de especies de flora y fauna de la zona. Se establecerá un programa de rescate y reforestación de especies de flora.
-----------------------	--	--

III.6. Programa de ordenamiento ecológico general del territorio

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

Con fundamento en el *artículo 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (RLGEEPA)*, última reforma DOF, 28 de septiembre de 2010), la propuesta del programa de ordenamiento ecológico está integrada por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

La planeación ambiental en México se lleva a cabo mediante diferentes instrumentos entre los que se encuentra el ordenamiento ecológico, que es considerado uno de los principales instrumentos con los que cuenta la política ambiental mexicana. Tiene sustento en la *LGEEPA* y su **Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico (ROE)**)

El ROE establece que el objeto del POEGT es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Asimismo, tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

Nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF.

Asimismo, las estrategias y lineamientos que contiene este Programa, se fundamentan en los *artículos 4o., 25, 27, y 73 fracción XXIX, inciso G* de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; el *artículo 5o., fracciones I, II, IX y XI, 19 bis, fracción I, 20 y 20 bis* de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; *9, 26, 27, 29 y 32* de la Ley de Planeación; *1o., fracciones I, VI, VIII y XI, 4o., fracciones II y III, 7o., y 19 al 36* del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico, y *27, 32, 32 Bis, 33, 34, 35, 36, 41, 42* de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.

La ubicación del sitio respecto a POEGT se puede definir como se muestra en el cuadro siguiente:

CLAVE REGIÓN	UAB	NOMBRE	POLITICA AMBIENTAL	RECTORES DE DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIADOS DEL DESARROLLO
9.24	14	Sierras y llanuras de Durango	Aprovechamiento sustentable	Ganadería, minería	Agricultura, forestal	Forestal

Las estrategias de la UAB se describen y vinculan con las actividades propuestas en el cuadro siguiente:

Dirección	Estrategia	Vinculación con el CUSTF
Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio		
Aprovechamiento sustentable	Estrategia 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, recursos genéticos y recursos naturales.	Se incluye un programa de rescate para especies de fauna en el AI, así mismo, se hace un análisis de la biodiversidad. No se compromete los servicios ambientales de la SA.
	Estrategia 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios	
	Estrategia 6. Modernizar la infraestructura hidro-agrícola y tecnificar las superficies agrícolas	
	Estrategia 7: Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	
Protección de los recursos naturales	Estrategia 8: Valoración de los servicios ambientales.	No se usarán sustancias químicas peligrosas para la vida silvestre.
	Estrategia 12: Protección de los ecosistemas.	
Dirigidas a la Restauración	Estrategia 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	Se implementará un programa de abandono del sitio.
	Estrategia 14: Restauración de ecosistemas forestales y suelos agropecuarios.	
Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	Estrategia 15: Aplicación de los productos de la investigación en el sector minero al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	Se cumple con la normatividad en materia de impacto ambiental. Los vehículos utilizados en el sitio tendrán un mantenimiento preventivo, que reduzca la emisión de gases contaminantes.
	Estrategia 15 BIS: Coordinación entre los sectores minero y ambiental.	
	Estrategia 19. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero.	
	Estrategia 20. Mitigar el incremento en las emisiones de gases efecto invernadero y reducir los efectos del cambio climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.	
Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
Suelo urbano y vivienda	Estrategia 24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	Las obras y actividades detonan un desarrollo socioeconómico en la región (creación de empleos que mejoren la calidad de vida de los habitantes).
Zonas de riesgo y prevención de contingencias	Estrategia 25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.	La zona no es susceptible de riesgos, terremotos, inundaciones.
	Estrategia 26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.	
Agua y saneamiento	Estrategia 27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	No aplica a la naturaleza del proyecto.
	Estrategia 28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	
	Estrategia 29: Posicionar el tema del agua como un recurso	

estratégico y de seguridad nacional.		
Desarrollo social	Estrategia 33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.	Se crean nuevos empleos para las comunidades locales. Se promueve una derrama económica regional por la adquisición de insumos, servicios y empleos indirectos. No hay presencia de comunidades indígenas en la zona.
	Estrategia 34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.	
	Estrategia 35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	
	Estrategia 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	
	Estrategia 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	
	Estrategia 38. Promover la asistencia y permanencia escolar entre la población más pobre. Fomentar el desarrollo de capacidades para el acceso a mejores fuentes de ingreso.	
	Estrategia 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	
Estrategia 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.		
Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.		
Marco jurídico	Estrategia 42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	Se respeta la propiedad rural, el terreno cuenta con la legal titularidad para los usos destinados.
Planeación del ordenamiento territorial	Estrategia 43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	No hay problemas de litigio o linderos entre las propiedades locales.
	Estrategia 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	

III.7. Programa de ordenamiento ecológico del estado de Durango

El ordenamiento ecológico 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 se define como; *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 (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.

- El modelo de ocupación territorial es el principal producto del Ordenamiento Estatal. El modelo representa una propuesta para la asignación de usos o actividades a cada una de las unidades de gestión ambiental, 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.**
- El MOEE considera para la delimitación de sus UGAs: **i) la geomorfología, ii) el uso de suelo y vegetación y ii) las aptitudes sectoriales.** Sin embargo, dados los objetivos de este, la delimitación está orientada a la dirección del uso, manejo y potencialidad de los recursos naturales.

De acuerdo con el MOEE-2016, el sitio se encuentra en la UGAS 90 "Lomerío con mesetas 1", la cual tienen los lineamientos siguientes:

UGA: Lomerío con mesetas 1

Política ambiental: Conservación

Usos que promover: Aprovechamiento Forestal No Maderable de Candelilla, de Lechuguilla, y de Orégano; Explotación Pecuaria Avícola; Explotación Pecuaria de Caprinos; Minería

Lineamiento ambiental: Se mantiene el desarrollo de actividades de aprovechamiento forestal no maderable sustentable, manteniendo la cubierta de vegetación natural descrita en la UGA.

Criterios de regulación ecológica: FNM01, FNM02, FNM03, FNM04, FNM05, FNM06, FNM07, GAN02, GAN05, GAN07, GAN08, GAN09, GAN10, GAN11, MIN01, MIN02, MIN03, MIN04, URB09

La vinculación de las actividades de acuerdo con los criterios de regulación para las UGAS **Estatales** correspondientes, se detallan a continuación:

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-22. Vinculación con la UGA Lomerío con mesetas 1

Clave	Criterio de regulación
FNM01	Se mantiene el desarrollo de actividades de aprovechamiento forestal no maderable sustentable, manteniendo la cubierta de vegetación natural descrita en la UGA.
FNM02	En poblaciones naturales de orégano, y durante la cosecha, se recomienda aprovechar solo las que superen el metro de altura, cortando únicamente el 75% de la planta en relación a su altura.
FNM03	A fin de disminuir la presión de aprovechamiento de las poblaciones naturales de Orégano, se deberán fomentar y apoyar la producción en cultivos de este producto.
FNM04	En áreas con presencia natural de candelilla, y durante el proceso de aprovechamiento de permisos autorizados, se deberá obtener solo el 50% de la planta, dejando en su sitio el otro 50% para propiciar la regeneración natural de las poblaciones.
FNM05	La cosecha de las plantaciones o reforestaciones de candelilla podrá iniciarse una vez que las plantas alcancen un diámetro agrupado mayor a los 35 cm.
FNM06	A fin de disminuir la presión de aprovechamiento de las poblaciones naturales de Candelilla, se deberán fomentar y apoyar la producción en cultivos de este producto.
FNM07	Deberá dejarse distribuido uniformemente al menos, el 20% de las plantas en la etapa de madurez de cosecha.
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.
GAN05	No se deberá fomentar el cultivo de especies exóticas invasoras de pastos (exóticas africanas <i>Eragrostis curvula</i> , <i>E. lehmanniana</i> , <i>E. superba</i> , <i>Melinum repens</i> y <i>Panicum coloratum</i>).
GAN07	En los cuerpos de agua usados como abrevaderos, así como las corrientes de agua, se deberá fomentar la construcción de instalaciones adecuadas (puentes con mampostería, o depósitos de agua utilizando acero galvanizado revestido con mampostería) que garanticen un acceso controlado del ganado que evite la erosión, la compactación y que favorezca el mantenimiento de la vegetación del borde.

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

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).
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.
GAN10	El manejo de excretas deberá acatar las especificaciones y características zoonosanitarias correspondientes.
GAN11	Las aguas residuales deben ser manejadas en plantas de tratamiento de agua; evitando eliminarles en corrientes o acúmulos de agua. Como requisito mínimo, las aguas residuales recibirán un tratamiento primario o pretratamiento, antes de dirigirlas a un sistema de alcantarillado público.
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.
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.
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.
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.
URB09	Las poblaciones con menos de 1000 habitantes deberán contar, al menos, con sistemas de fosas sépticas para el manejo de las aguas residuales y/o letrinas para el manejo de excretas.

En conclusión, los criterios de regulación de las UGAs no limitan las actividades propuestas, por el contrario, ayudan a impulsar los usos de suelo generando fuentes de empleo en el municipio, mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes contribuyendo a mitigar la pobreza en la región que es una prioridad del gobierno local, estatal y federal.

III.8. Ubicación del sitio en las regiones prioritarias para la conservación

III.8.1. Áreas naturales protegidas (ANP)

Para el estado de Durango se han decretado 4 ANP de competencia federal con las características siguientes.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-23. Áreas Naturales Protegidas de competencia federal en el estado de Durango.

NOMBRE	CATEGORÍA	FECHA DE DECRETO	SUPERFICIE (ha)	UBICACIÓN
Mapimí	Reserva de la biósfera	27-11-00	342,388	Durango, Chihuahua y Coahuila
La Michilía	Reserva de la biósfera	18-07-79	9,325	Durango
Cuenca Alimentadora Distrito Nacional de Riego 043	Área de protección de recursos naturales	03 de agosto de 1949, recategorización 07 de noviembre de 2002.	2,329,026.76	Aguascalientes, Durango, Jalisco, Nayarit y Zacatecas
Ríos y montañas de la comarca lagunera	Área de protección de recursos naturales	08-01-2024	199,387.67	Durango

Fuente: <https://descubreanp.conanp.gob.mx/swb/conanp/ANP?suri=46> y <http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/>

En cuanto a las ANP de competencia estatal, para el estado de Durango se tiene decretadas dos ANP, con las características siguientes.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-24. Áreas Naturales Protegidas de competencia estatal en el estado de Durango.

NOMBRE	CATEGORÍA	MUNICIPIO	COORDENADAS EXTREMAS	UBICACIÓN	DISTANCIA (KM)
Quebrada de	Área de protección de	Pueblo Nuevo	464000 E y 2160000 N	Localizada al suroeste de El Salto en el	6

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

Santa Bárbara	recursos naturales		466000 E y 2618000 N	municipio de Pueblo Nuevo, Dgo.	
El Tecuán	Parque estatal	Durango	600636 E y 2644370 N 496666 E y 2640610 N	Área desincorporada del régimen de dominio público de la Federación y donada al gobierno del Estado para establecer un área natural protegida.	40

El sitio no afectará las características estructurales de los ecosistemas de las ANP de competencia estatal, dado que no coincide dentro de los polígonos asignados.

III.8.2. 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).

Vinculación AICAS: El sitio **no se ubica** dentro de algún **AICA** establecida para el estado de Durango, su localización respecto a las AICA del estado de Durango se muestra en el plano del **Anexo 3.4 (b)**.

III.8.3. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

En México, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) tiene como función coordinar, apoyar y promover acciones relacionadas con el conocimiento y uso de la diversidad biológica mediante actividades orientadas hacia su conservación y manejo sostenible. En mayo de 1998, la CONABIO inició el *Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias*, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido. El sitio **NO** se localiza en ninguna RHP identificadas para el estado de Durango. La Localización del sitio respecto a las RHP se muestra en plano del **Anexo 3.5**.

III.8.4. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

Las RTP tienen como objetivo 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 Regiones Prioritarias 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 RTP localizada en el estado de Durango y su ubicación respecto a las RTP se muestra en el **Anexo 3.6**.

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

IV.1. Delimitación del área de estudio

IV.1.1. Delimitación del área de influencia y su justificación

El criterio fundamental para delimitar el área de influencia (**AI**) de un conjunto de obras y actividades que requieren ser evaluadas en materia de impacto ambiental, es la identificación de los componentes ambientales y sociales que pueden resultar afectados significativamente, así como la identificación de los impactos relevantes que se generen de manera anticipada. En general, la determinación del **AI** directa e indirecta consideró los aspectos siguientes:

- Identificar la ubicación de las diferentes obras a desarrollar (dimensiones físicas).
- Identificar la totalidad de los componentes ambientales y sociales que podrían ser afectados por las obras y actividades.

- Identificación y evaluación de manera preliminar de los impactos ambientales (rango de manifestación y alcance de los impactos significativos).
- Vincular las obras y actividades con los instrumentos normativos y de **ordenamiento ecológico del territorio**.

Con el propósito de identificar de manera más específica los efectos (positivos y negativos) que se esperan con el desarrollo de las obras y actividades, se delimitó el **AI** de manera físico - geográfica, puesto que dentro de este espacio se pueden apreciar de manera directa e indirecta las interacciones de las obras y actividades con los recursos naturales (acción antrópica) y el comportamiento de estos mismos recursos (acción del ambiente). Una superficie mayor no evidencia esta relación de forma tan estrecha y evidente, por lo que se considera que el **AI** será la unidad adecuada para definir los impactos que se verán reflejados tanto a nivel regional como a nivel local (**sitio**), puesto que, es dentro de esta área donde ocurren interacciones individuales entre los aspectos sociales, económicos y ambientales. En general la justificación técnica que define el **área de influencia** se fundamentó en los criterios siguientes.

- i) **Regional** también referido como el Sistema Ambiental (SA) y Área de Influencia (AI).
- ii) **Puntual** (local) o sitio donde se ubican físicamente las obras (instalaciones) y se desarrollan las actividades del programa de trabajo.

IV.1.2. Delimitación a nivel regional

El sitio se ubica dentro de las **UGA** estatal **90 "Lomerío con mesetas 1"**, con políticas ambientales de **conservación**, y los lineamientos ambientales son: se mantiene el desarrollo de actividades de aprovechamiento forestal no maderable sustentable, manteniendo la cubierta de vegetación natural descrita en la UGA. Otro aspecto que se consideró en la delimitación del **SA** fueron los elementos tales como; el *clima, geología, suelo, fisiografía, hidrología superficial y subterránea*, así como las actividades socioeconómicas de la región, pero sin llegar a establecer límites, simplemente la predominancia de los ecosistemas vegetales en la región. A nivel UGA se pudieron identificar diferentes tipos de ecosistemas, los cuales van desde agroecosistemas, matorrales, pastizales y vegetaciones secundarias de matorral desértico micrófilo y rosetófilo. El uso de suelo prevaleciente corresponde a **matorral desértico rosetófilo**.

Con estas descripciones fue posible analizar los impactos que se pueden generar durante las diferentes etapas a los elementos bióticos y abióticos que se encuentran en el **AI**, como un espacio donde interactúan los recursos agua, suelo, flora, fauna y paisaje. Los criterios técnicos que se usaron para definir el **AI** fueron los siguientes.

- i. Se generó un modelo digital de elevación para identificar los escurrimientos superficiales y las cotas de elevación (relieve). Con esta información se pudo apreciar que las obras y actividades van a generar impactos significativos (relevantes) y se ubican en la parte baja del vaso de escurrimientos superficiales.
- ii. Con el uso de herramientas de aplicaciones SIG se pudo establecer que la red de flujo está compuesta por cauces intermitentes, quedando una superficie de amortiguamiento suficiente aguas arriba y aguas abajo del vaso de escurrimiento. No se identificaron cuerpos de aguas superficiales importantes dentro del AI.

Las representaciones gráficas del área de influencia regional se pueden observar en los planos anexos sobre la descripción de las características físicas y bióticas.

IV.1.3. Delimitación a nivel sitio (puntual o local)

Una de las necesidades primordiales para continuar con el desarrollo socioeconómico en cualquier región es el impulso para mejorar la **calidad de vida de sus habitantes** para ello es necesario la creación de más y mejores empleos, por tanto, para la delimitación local se consideró la superficie que tendrá mayor interacción ambiental y socioeconómica con las obras y actividades a desarrollar en las etapas de *operación – mantenimiento*. En este espacio geográfico se describen con mayor detalle los tipos de vegetación, suelo, relieve, agua y fauna. La representación gráfica del sitio se puede observar en los planos de los **Anexo 2.1, 2.2, 2.3 y 2.4** (ubicación estatal, predial, física e infraestructura, respectivamente) y la justificación para la delimitación a nivel puntual se fundamentó en los criterios siguientes:

a) Dimensiones

La dimensión de la infraestructura a desarrollar fue el resultado de el volumen de arcilla que tiene el depósito, por tanto, para su delimitación física se tomó en cuenta lo siguiente; la maquinaria y equipo requerido, el volumen de arcilla a

explotar (programa de aprovechamiento de Bentonita), cantidad de materiales e insumos y el número de obreros y trabajadores.

b) 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. El patio de maniobras se ubicará dentro del área solicitada para el CUSTF y por sus dimensiones no delimita 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.

Por su parte el sitio se localiza apartado de los centros de población más importantes del municipio, en una zona considerada como rural, pues los poblados más cercanos no rebasan los mil habitantes, por lo anterior, las obras y actividades no interfieren en las actividades productivas, usos y costumbres de los habitantes de los poblados más cercanos, además, cabe destacar que toda la infraestructura se encuentra dentro de un radio no mayor a los 500 metros. En los planos anexos se puede observar su distribución respecto a los rasgos fisiográficos más sobresalientes en la región.

c) Ubicación y características de obras y actividades a desarrollar

Las principales obras a desarrollar son superficiales y son consideradas como temporales las cuales no contemplan el desarrollo de edificaciones (infraestructura).

Las obras superficiales se refieren a patios de maniobras (carga) y de depósito de suelo fértil que en su mayoría serán tipo temporal (se restaura el sitio después de la etapa de operación). De acuerdo a la ubicación de esta infraestructura se delimitó el sitio (depósito de arcilla) de tal manera que las interacciones que se darán entre las 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, en donde, se describen básicamente las características taxonómicas, diversidad y abundancia de la vegetación local y los posibles impactos que pudiesen presentarse al suelo, agua, vegetación y fauna silvestre.

d) Radios de afectación

Los impactos ambientales relevantes ocurrirán en un radio de afectación muy localizado (**puntual**), principalmente en la zona donde se explotará el depósito de arcilla, 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 1,000 metros.

e) Ubicación y características de obras y actividades complementarias

Las obras complementarias consideradas se refieren a la infraestructura auxiliar para desarrollar el programa de trabajo, que consisten en; un patio de arcilla, un patio de suelo orgánico y sanitarios portátiles. Esta infraestructura se describe con detalle en el **capítulo II** donde se indica la superficie y las características de los materiales a usar. No se requiere de otro tipo de servicios para la etapa de operación tales como; servicios de transporte de personal, hospedaje, etc.

f) Factores sociales (poblados cercanos)

Los poblados cercanos que se verán beneficiados en la etapa de construcción y operación son principalmente San Luis del Cordero, Dolores Hidalgo, Paso Nacional y Nazas, pues habrá oportunidades de empleo y relaciones comerciales entre los habitantes y la empresa por los servicios de alimentación y suministro de refracciones, alimentos, etc.

IV.2. Caracterización del sistema ambiental

IV.2.1. Aspectos abióticos

IV.2.1.1. Clima

Por las condiciones fisiográficas el SA presenta distintos tipos climáticos; en su mayoría prevalece el clima semicálido que se distribuye en la parte alta. Los tipos de clima en el SA de acuerdo con la clasificación de Köppen modificado por García (2004) se presentan en el cuadro siguiente (INEGI, 2010).

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-25. Tipos de clima a nivel Sistema Ambiental.

Clave	Tipo-subtipo	Superficie (ha)	Superficie (%)
BS0kw(w)	Seco templado	653.4	1.2
BS0hw(w)	Seco semicálido	15321.3	27.8
BWhw(w)	Muy seco semicálido	39208.0	71.1
Total		55,182.7	100.0

FUENTE: DICCIONARIO DE DATOS CLIMÁTICOS, ESCALAS 1: 250 000 (INEGI, 2000).

En cuanto al clima del área de influencia y sitio corresponde a **BWhw(w)** en el **Anexo 3.8** se muestra su geodistribución a una escala precisa. La descripción de los tipos climáticos es la siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-26. Tipos de clima a nivel Área de Influencia.

Clave	Tipo	Descripción	Superficie (ha)	%
BWhw(w)	Muy seco semicálido	Corresponde a árido con temperaturas promedio anuales elevadas y precipitaciones muy escasas, generalmente inferiores a 250 mm al año. Los veranos son extremadamente calurosos, con máximas que pueden superar los 40°C, mientras que los inviernos son suaves o cálidos. Las lluvias se concentran principalmente en la temporada de verano, aunque de manera muy limitada, y la humedad es muy baja. Este clima, común en zonas como el norte de México y el suroeste de Estados Unidos, presenta una gran amplitud térmica diaria y vegetación adaptada a la sequía, como cactáceas y matorrales xerófilos.	4,120.8	100
Total			4,120.8	100

IV.2.1.2. Normales climatológicas

La normal climatológica o valor normal (promedio), se utiliza para caracterizar y comparar el clima y generalmente representa el valor promedio de una serie continua de mediciones de una variable climatológica durante un período de registros (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 consultaron los registros de las estaciones meteorológicas que tienen influencia en el SA (SMN, 2010). Las coordenadas geográficas de las estaciones climatológicas se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-27. Estaciones climatológicas con influencia en el SA.

Clave	Nombre	Coordenadas (UTM)		Altitud (msnm)
		X	Y	
10049	Nazas A. Agustín Melgar	546967.1	2787216.7	1526
10072	San Pedro Del Gallo (SMN)	570291.8	2822384.6	1600
10098	Rodeo (DGE)	573702.4	2811328.7	1500
10132	San Luis Del Cordero (DGE)	588922.8	2791118.4	1264
10028	Francisco Primo de verdad	553807.4	2755868.5	1700

IV.2.1.2.1. Temperatura

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

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-28. Registros de temperatura de las estaciones climatológicas del SA.

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

TEMPERATURA NORMAL													
CLAVE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
10049	3.2	15.5	18.7	21.9	24.6	27.1	26.2	25.9	24.1	21	16.6	13	20.6
10072	12.7	14.8	16.9	19.4	21.6	22.7	21.1	20.9	19.5	18	16.2	13.2	18.1
10098	12.2	14.6	16.9	20.5	23.6	26	24.5	23.9	22.1	19	15.1	12.2	19.2
10132	13.2	15.9	19.1	22.2	25.7	26.9	26.1	25.4	23.6	20.8	17.1	13.4	20.8
10028	13.5	15.3	17.1	20.5	23	24.7	23.4	22.9	21.5	18.8	15.6	13.6	19.2

TEMPERATURA MÍNIMA													
CLAVE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
10049	3.0	4.8	7.8	10.9	14.2	18.5	18.9	18.6	16.6	11.6	6.7	3	11.2
10072	2.5	4.3	6.1	7.8	9.3	11	10	9.8	9.2	6.8	5.5	3.3	7.1
10098	2.2	4.6	7.1	10.7	14	17.8	17.6	16.9	15.1	10.5	5.8	2.5	10.4
10132	3.4	5.4	8.3	11.3	15.4	17.7	18.3	17.2	15.6	11.7	7.8	4	11.3
10028	3	4	5.3	8.6	11.7	15.3	16	15.5	13.8	8.7	4.7	3	9.1

TEMPERATURA MÁXIMA													
CLAVE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
10049	23.3	26.2	29.6	32.9	35.1	35.7	33.5	33.2	31.6	30.4	26.4	23.0	30.1
10072	22.9	25.3	27.6	31.0	33.8	34.5	32.1	32.0	29.8	29.2	26.8	23.2	29.0
10098	22.2	24.6	26.7	30.4	33.2	34.2	31.5	31.0	29.0	27.4	24.4	21.9	28.0
10132	23.0	26.5	29.9	33.1	36.0	36.1	34.0	33.6	31.6	29.8	26.5	22.8	30.2
10028	24.0	26.5	29.0	32.4	34.2	34.1	30.9	30.3	29.3	28.9	26.4	24.2	29.2

La temperatura media del SA fue estimada mediante el método de los polígonos de Thiessen en el software libre QGIS (Quantum GIS Team Development, 2024) con la herramienta [Vector/Geometry tolos/Create Voronoi Polygons]. Los resultados se resumen en el cuadro siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-29. Temperaturas ponderadas anuales del SA.

Clave	Nombre	Superficie (ha)	Temperatura mínima anual (°C)	Temperatura media anual (°C)	Temperatura máxima anual (°C)
10049	Nazas A. Agustín Melgar	15421.57	11.2	20.6	30.1
10072	San Pedro Del Gallo (SMN)	1543.51	7.1	18.1	29
10098	Rodeo (DGE)	5064.97	10.4	19.2	28
10132	San Luis Del Cordero (DGE)	25126.85	11.3	20.8	30.2
10028	Francisco Primo de verdad	8062.48	9.1	19.2	29.2
Promedio ponderado		55219.4	10.8	20.3	29.8

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

IV.2.1.2.2. 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, nieve, granizo, escarcha, etc. Los patrones de distribución en espacio y tiempo de la precipitación, juntamente con la temperatura son utilizados para caracterizar el clima local. La precipitación máxima, mínima y promedio de las estaciones climatológicas que tienen influencia en el SA presenta registros de más de 20 años y los valores se resumen en el cuadro siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-30. Registros de precipitación de las estaciones climatológicas del SA.

PRECIPITACIÓN NORMAL													
Clave	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
10049	8.9	5.5	11.3	3.8	10.6	43.4	67.2	66	66.6	23.3	7.9	4.8	319.3
10072	12.3	4.5	15	3.8	13.4	42.1	69.9	70.8	60.7	22.9	7.1	7.5	330
10098	9.3	5.3	10.7	2.9	12.9	45.4	92.6	94.8	88	28.2	10.4	5.2	405.7

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

10132	8.8	2.5	6.1	4.4	12.9	42	71.7	82.7	76.7	26.7	11.2	6.7	352.4
10028	11.1	4.8	9.1	2.4	9.8	47.9	106.3	96.3	91.3	29.3	10.7	4.9	423.9

PRECIPITACIÓN MÍNIMA

Clave	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
10049	0	0	0	0	0	0.01	3.4	9.05	0.51	0	0	0	21.5
10072	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	30
10098	0	0	0	0	0	0	0	4.51	0	0	0	0	58.47
10132	0	0	0	0	0	0	0	0.05	2.01	0	0	0	1.21
10028	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PRECIPITACIÓN MÁXIMA

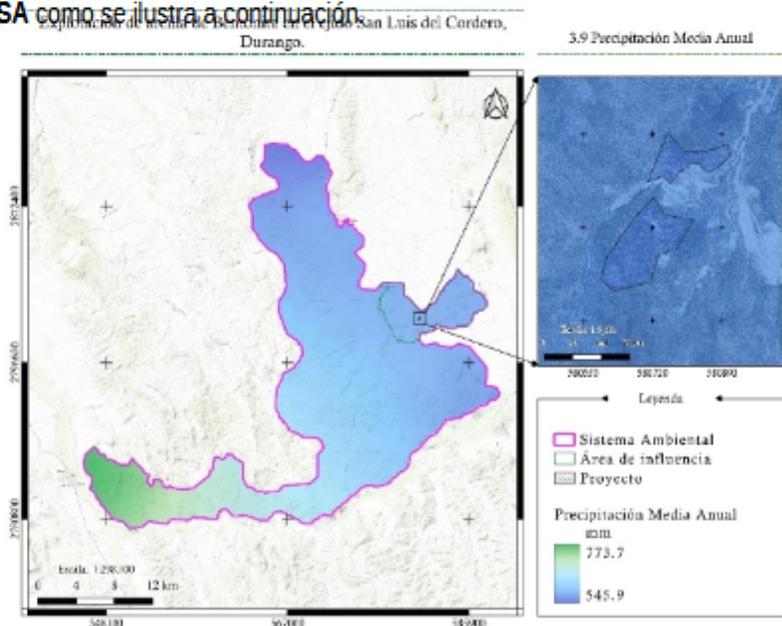
Clave	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
10049	69.4	46.02	162.5	39.3	69.61	165.5	198.7	297.1	246.4	86.44	44.52	38.9	575
10072	63.5	30.03	136.4	44	154.0	182.0	204.04	254.71	148.1	91.5	48.13	64	586
10098	76.2	69	174.5	37.51	73.0	166.8	222.5	369.54	252.0	98.82	55.54	482.9	774.87
10132	76	22	38.01	50.01	85.5	134.0	213.9	314.06	258.5	95	55.05	60	584.20
10028	85	51	89.5	50	55.0	195.5	275	316.51	226.1	94	61	40	685.9

La **precipitación media** del **SA** fue estimada mediante el método de los **polígonos de Thiessen** con la herramienta [[Vector/Geometry tolos/Create Voronoi Polygons](#)] de en el software libre QGIS (Quantum GIS Team Development, 2024). Los resultados se resumen en el cuadro siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-31. Precipitación ponderada anual del SA.

Clave	Nombre	Superficie (ha)	Precipitación media anual (mm)	Precipitación máxima anual (mm)	Precipitación mínima anual (mm)
10049	Nazas A. Agustín Melgar	15421.57	319.3	575.0	21.5
10072	San Pedro Del Gallo (SMN)	1543.51	330.0	530.0	30.0
10098	Rodeo (DGE)	5064.97	405.7	774.9	58.5
10132	San Luis Del Cordero (DGE)	25126.85	352.4	584.2	1.2
10028	Francisco Primo de verdad	8062.48	423.9	685.9	0.0
Promedio ponderado		55,219.4	357.9	598.5	12.8

Finalmente, para representar la temperatura y precipitación media anual en el **SA** se generaron dos ráster con la ayuda de la herramienta [[Processing Toolbox/Interpolation/IDW interpolation](#)] de ArcGIS. Entonces, estas variables climáticas se distribuyen en el **SA** como se ilustra a continuación.



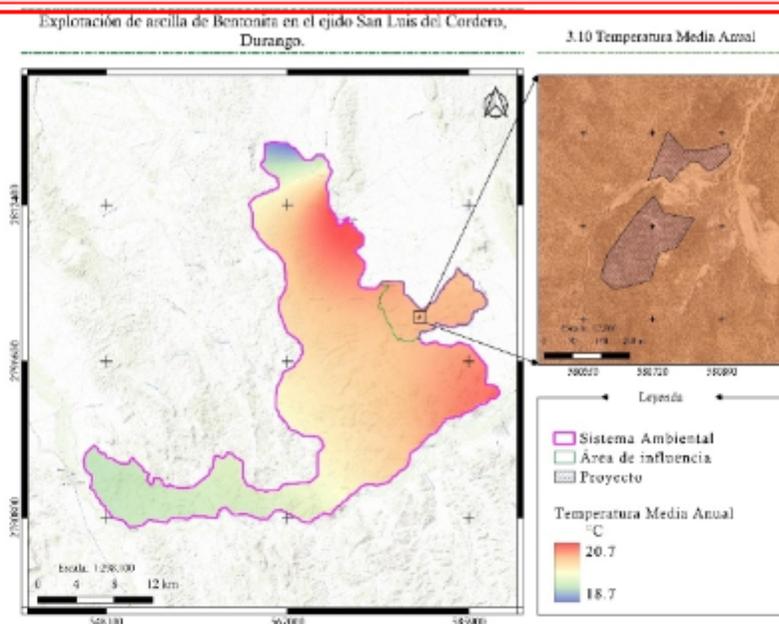


Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-6. Representación de la precipitación y temperatura media anual en el SA.

IV.2.1.3. Intemperismos severos

En la región se presentan los fenómenos climatológicos denominados *nortes* y *frentes fríos* procedentes del noroeste de los Estados Unidos de Norte América, que se caracterizan por producir lluvias de invierno conocidas localmente como **aguas nieves**, sin embargo, la mayor parte de la precipitación que se capta en esta zona es debido a la influencia de tormentas tropicales y huracanes que se originan en el Océano Pacífico durante los meses de julio a septiembre. Los intemperismos que se presentan en el SA son los siguientes:

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-32. Intemperismos presentes en la región.

DÍAS CON:	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Anual
Niebla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lluvia	1.8	1	0.8	0.8	1.9	8.4	15	14.1	11	4.1	1.8	1	61.7
Granizo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tormentas Eléctricas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

IV.2.1.4. 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 con las cartas temáticas escala 1: 250 000 la geología regional y local se describe de la manera siguiente.

IV.2.1.4.1. Geología regional

La geología de Durango se caracteriza por la presencia de rocas ígneas y sedimentarias Mesozoicas plegadas, que descansan sobre un basamento Paleozoico. Grandes periodos de emersión y fallamiento fueron ocurridos durante el Triásico y Jurásico: en el Triásico existió una tectónica distensiva; en el Jurásico Superior se presentó la transgresión marina por la apertura del Golfo de México y se crearon depósitos de mar abierto invadiendo la parte este y noreste del Estado, propiciando el depósito de sedimentos calcáreos, esta transgresión continuó hasta el Cretácico Inferior este evento permitió un lineamiento arrecifal que corre de Laredo a Monterrey y de éste se prolonga a Torreón penetrando hacia el Estado de Durango y prolongándose hasta Chihuahua.

Durante el periodo Terciario, a partir del Eoceno Superior al Oligoceno, iniciaron los primeros episodios volcánicos que constituyeron la base de la Sierra Madre Occidental a la que se le denomina Serie Volcánica Inferior constituida principalmente de una serie andesítica, la cual está deformada, afallada y alterada. A finales del Oligoceno apareció una actividad volcánica ignimbrítica que sepultó las andesitas mencionadas y cubrió toda la porción occidental de esta entidad dando paso a la culminación y formación de la Sierra Madre Occidental. La culminación de toda esta actividad volcánica se cerró hasta el Cuaternario en la época del Pleistoceno en donde se presentaron coladas de basalto e iniciaron las concentraciones de conglomerados, gravas, arena y limos.

IV.2.1.4.2. Geología local

El área se encuentra en una región geológicamente compleja, con una combinación de formaciones sedimentarias, volcánicas e intrusivas que influyen en sus características hidrogeológicas. Los depósitos aluviales cuaternarios, compuestos de gravas, arenas, limos y arcillas, constituyen las principales unidades acuíferas debido a su alta permeabilidad, mientras que las rocas volcánicas cenozoicas, como ignimbritas, tobas y basaltos, aportan una variabilidad en la recarga y almacenamiento de agua, dependiendo de su grado de fracturación. Además, la presencia de cuerpos intrusivos como granitos y dioritas, aunque de baja permeabilidad, contribuye al flujo subterráneo a través de fracturas.

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

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-33. Clase de rocas a nivel SA y AL

Clave	Clase	Tipo	Era	Sistema
Q(s)	N/A	N/A	Cenozoico	Cuaternario
Ts(Igea)	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva ácida	Cenozoico	Neógeno
Ki(cz)	Sedimentaria	Caliza	Mesozoico	Cretácico
K(cz-lu)	Sedimentaria	Caliza-Lutita	Mesozoico	Cretácico
T(Igei)	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva intermedia	Cenozoico	Terciario
K(Igia)	Ígnea intrusiva	Ígnea intrusiva ácida	Mesozoico	Cretácico
Ts(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Neógeno
Ts(Igeb)	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva intermedia	Cenozoico	Terciario
Ti(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Paleógeno
Ks(cz-lu)	Sedimentaria	Caliza-Lutita	Mesozoico	Cretácico

A nivel sitio, el tipo de geología presente corresponde a **ígnea extrusiva ácida**.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-34. Superficies de las clases de rocas en el SA y en el AL

Clave	Superficie SA (ha)	Superficie SA (%)	Superficie AI (ha)	Superficie AI (%)
Q(s)	6025.0	10.9	1243.5	29.9
Ts(Igea)	16521.9	29.9	1392.9	33.5
Ki(cz)	8741.5	15.8		
K(cz-lu)	8924.8	16.2		
T(Igei)	1701.5	3.1	1526.7	36.7
K(Igia)	357.8	0.6		
Ts(cg)	8592.8	15.6		
Ts(Igeb)	3183.0	5.8		
Ti(cg)	628.4	1.1		
Ks(cz-lu)	505.4	0.9		
	55,182.24	100.0	4163.1	100

Las rocas **ígneas extrusivas** ácida son una roca formada a partir del enfriamiento rápido de lava en la superficie terrestre. Este tipo de roca tiene un alto contenido de sílice (generalmente superior al 63%), lo que le confiere características ácidas. Debido a su rápido enfriamiento, las rocas ígneas extrusivas suelen tener una textura fina o afanítica, en la cual los cristales son pequeños o microscópicos. Un ejemplo típico de roca ígnea extrusiva ácida es la riolita, que es de color claro, predominantemente gris, rosado o blanquecino, y puede contener minerales como el cuarzo, feldespato y micas. Estas rocas son comunes en zonas de actividad volcánica y suelen formar parte de estructuras como coladas de lava, domos volcánicos y depósitos piroclásticos.

IV.2.1.4.3. Geología del subsuelo

El **SA** se encuentra inmerso en su totalidad en la zona de captación del acuífero **Nazas** (1025). De acuerdo con la información geológica, geofísica e hidrogeológica, es posible definir que el acuífero se encuentra constituido por una variedad de materiales geológicos que afectan tanto la capacidad de almacenamiento como la calidad del agua subterránea. En la zona más superficial, el subsuelo está dominado por depósitos aluviales cuaternarios, que incluyen gravas, arenas, limos y arcillas. Estos depósitos, derivados de la erosión de las montañas circundantes, forman las principales unidades acuíferas debido a su alta porosidad y permeabilidad, lo que facilita el almacenamiento y la transmisión de agua subterránea.

A mayor profundidad, se encuentran formaciones volcánicas del *cenozoico*, como ignimbritas, tobas y basaltos, que varían en su capacidad de transmitir agua según su grado de fracturación y alteración. Estas rocas volcánicas a menudo presentan fracturas que permiten la circulación de agua subterránea, aunque en otras zonas pueden actuar como barreras impermeables.

El subsuelo también incluye formaciones sedimentarias antiguas, como lutitas, calizas y areniscas, que pueden estar presentes a diversas profundidades y que, dependiendo de su grado de cementación y fracturación, pueden actuar como acuíferos secundarios o como capas confinantes que restringen el flujo de agua.

Finalmente, el basamento rocoso subyacente, compuesto por rocas ígneas intrusivas como granitos y dioritas, generalmente tiene baja permeabilidad, pero puede contener fracturas que permiten un flujo limitado de agua. La variabilidad en la composición y estructura del subsuelo del acuífero **Nazas** crea un sistema hidrogeológico complejo, donde la interacción entre las distintas capas geológicas controla la recarga, almacenamiento y calidad del agua subterránea en la región.

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

IV.2.1.4.4. Geología estructural

La geología estructural del acuífero **Nazas** (1025) en Durango está caracterizada por un entramado complejo de estructuras tectónicas que han moldeado la configuración del subsuelo y afectan directamente el comportamiento hidrogeológico del acuífero. La región ha sido influenciada por diversos eventos tectónicos, principalmente de carácter extensional, lo que ha generado una serie de fallas normales que segmentan el terreno en bloques elevados y deprimidos.

Estas fallas, de diversas orientaciones y magnitudes, controlan la distribución y espesor de los depósitos aluviales y volcánicos que constituyen las principales unidades acuíferas. Las zonas de falla y fractura actúan como conductos preferenciales para el flujo de agua subterránea, facilitando la recarga en áreas donde las fracturas son más abundantes y conectadas. En contraste, los bloques menos fracturados o compactos pueden presentar una menor permeabilidad, restringiendo el movimiento del agua subterránea y creando posibles zonas de confinamiento.

Además, la superposición de sistemas de fallas más antiguos con estructuras tectónicas más recientes ha creado una red estructural compleja, donde las intersecciones de fallas pueden ser puntos críticos de recarga o descarga de agua subterránea. Esta configuración estructural también influye en la variabilidad en la profundidad del nivel freático, que puede variar considerablemente dependiendo de la localización dentro del sistema de bloques fallados.

En conjunto, la geología estructural del **acuífero Nazas** es fundamental para entender la dinámica del flujo subterráneo en la región, determinando las áreas de mayor recarga, las vías de circulación del agua y las zonas de almacenamiento, lo que resulta en una distribución desigual de los recursos hídricos subterráneos.

De acuerdo con la carta conjunto de datos vectoriales geológicos "fallas y fracturas", escala 1: 1 000 000 editada por INEGI (2002), en el **SA** no se tienen identificadas fallas y/o fracturas, sin embargo, fuera del **SA** en las porciones noreste y noroeste se identificaron un sistema de 5 ejes estructurales de tipo anticlinal con longitudes de que oscilan entre los 10.96 y 16.4 km y una falla de tipo normal con una longitud de 9.24 km.

SISMICIDAD

En las múltiples investigaciones que se han desarrollado sobre la actividad sísmica, se ha logrado localizar con precisión las zonas donde se han originado los últimos temblores destructivos ocurridos en este siglo. Se ha observado que, en la gran mayoría, su origen se localiza en el fondo del mar, en una franja paralela a la costa del Océano Pacífico a todo lo largo del país, aunque también se han localizado algunos dentro del territorio. Con base en extensos estudios se han podido definir zonas o regiones del país, en las cuales es probable que ocurran temblores de cierta magnitud. Aunque, en algunos lugares, nunca se hayan registrado temblores, o no exista memoria de ellos, existe una

probabilidad mínima de que ocurran, por lo que prácticamente todo el territorio nacional está dividido en cuatro regiones sísmicas:

Sismicidad muy alta (D). La ocurrencia de temblores es muy frecuente por estar cerca de su origen, los sismos son intensos. Es necesario tener una buena calidad en los materiales y en la construcción, así como planear la distribución arquitectónica de la vivienda de forma tal que la cantidad de muros y la longitud total resistan sismos de gran magnitud.

Sismicidad alta (C). Por su cercanía con las zonas donde se originan la mayoría de los temblores, sus características son muy similares a las de la zona de sismicidad muy alta, con la diferencia de que la intensidad de los temblores es menor. Se recomienda que el material de construcción, la cantidad y el tipo de los muros a utilizar sean los mismos que para la zona de sismicidad muy alta.

Sismicidad media (B). Cubre casi la totalidad de la península de Baja California, la zona costera de los estados del noroeste, y casi la totalidad de los estados del centro del país. La intensidad de los sismos que ocurren en la costa del Pacífico es menor en esta zona, a excepción de zonas donde se presentan amplificaciones locales.

Sismicidad baja (A). En la gran mayoría de los lugares de esta zona nunca se ha registrado un sismo; sin embargo, hay probabilidades mínimas de que algún día se presente. Puede emplearse en los muros cualquier tipo de material de construcción, aunque los más recomendables siguen siendo los semi-industrializados debido al control de calidad. (Fuente: Manual de autoconstrucción, manos a la obra de IMCYC).

El SA, Al y el sitio se encuentra dentro de la **Zona A**, que es aquella en la que no se tienen registros históricos de sismos en los últimos 80 años y el peligro de un sismo es muy baja (CENAPRED, 2001).

ZONAS POTENCIALES DE DESLIZAMIENTO

El SA, Al y sitio se ubican fuera de las zonas potencialmente predispuestas a presentar deslizamientos (CENAPRED, 2012).

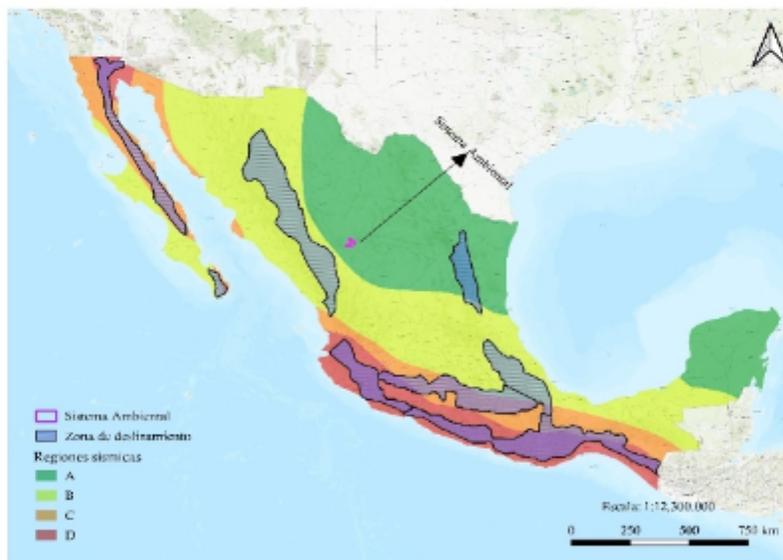


Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-7. Ubicación del SA respecto a la Regionalización Sísmica.

IV.2.1.5. Fisiografía

Fisiográficamente, el estado de Durango ha sido dividido en cuatro grandes provincias; Mesa Central, Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental y Sierras y Llanuras del Norte, el **SA** se encuentra inmerso en su mayoría en la Sierra Madre Occidental y en menor porción en las Sierras y Llanuras del Norte.

La Sierra Madre Occidental y las Sierras y Llanuras del Norte son dos provincias fisiográficas clave en México. **La Sierra Madre Occidental** es una extensa cordillera que se extiende desde el sur de Estados Unidos hasta el centro de México, caracterizada por su topografía accidentada, con altitudes elevadas, cañones profundos y un predominio de rocas volcánicas, principalmente ignimbritas del Cenozoico. Por otro lado, las **Sierras y Llanuras del Norte** son una región de transición entre las grandes cadenas montañosas y las planicies del norte, con un relieve menos abrupto,

compuesto por sierras aisladas y extensas llanuras que alternan con cuencas sedimentarias, formadas por rocas sedimentarias y volcánicas que ofrecen un contraste en la topografía y el clima, presentando un ambiente más árido y seco en comparación con la Sierra Madre Occidental.

Estos elementos son de gran importancia ya que representa la visión general de las formas del relieve, identificadas y definidas a partir del análisis integral de la información topográfica, geológica, hidrológica y edafológica, para formar unidades relativamente homogéneas, representado las diferentes provincias y subprovincias en las que se ha dividido al país, de acuerdo con su geología y topografía.

IV.2.1.5.1. Clasificación de acuerdo con el INEGI

El estado de Durango está compuesto por 4 provincias fisiográficas (INEGI, 2017);

Sierra Madre Occidental (71.3%)	Sierra Madre Oriental (5.24%)
Sierras y Llanuras del Norte (15.10%)	Mesa del Centro (8.36%)

A su vez estas provincias fisiográficas se encuentran dividida en nueve subprovincias:

Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses (2.98%)	Sierra de la Paila (1.25%)
Sierras y Llanuras de Durango (24.18%)	Sierras Transversales (3.99%)
Gran Meseta y Cañones Duranguenses (33.93%)	Sierras y Lomeríos de Aldama y Río Grande (3.79%)
Mesetas y Cañadas del Sur (10.24%)	Sierras y Llanuras del Norte (4.54%)
Del Bolsón de Mapimí (15.1%)	

Al mismo tiempo estas subprovincias están divididas por siete clases de topoformas:

Bajada (8.49%)	Meseta (29.35%)
Cañón (2.5%)	Sierra (23.77%)
Llanura (39.97%)	Valle (4.48%)
Lomerío (0.36%)	

De acuerdo con la clasificación anterior, el SA se ubica en las provincias fisiográficas **Sierra Madre Occidental** y **Sierras y Llanuras del Norte**, subprovincias fisiográficas **Gran Meseta y Cañones Duranguenses** y **Bolsón de Mapimí** y en el sistema de topoformas presenta 4 clases: **Llanura aluvial con cañones** (13.1%), **Lomerío con mesetas** (79.7%), **Sierra plegada** (0.0002%) y **Valle abierto con montaña con lomerío** (7.2%).

Para tener un panorama descriptivo de cada una de las unidades fisiográficas se detallan sus componentes más sobresalientes en el cuadro siguiente:

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-35. Descripción de los componentes fisiográficos del SA.

Provincia	
Sierra Madre Occidental	Este es el más largo y el más continuo de los sistemas montañosos de México. Corre más o menos paralelo a la costa del Pacífico desde un poco más al sur de la frontera con Estados Unidos, en los límites de Chihuahua y Sonora, hasta la altura de Nayarit y Jalisco, donde converge con el Eje Volcánico Transversal. En muchos sitios su anchura es de más de 200 km y está surcada por numerosas barrancas profundas que excavaron los ríos que fluyen hacia el Pacífico. Sus altitudes más pronunciadas pasan ligeramente de 3 000 metros, el nivel promedio de las partes altas varía entre 2 000 y 2 500 msnm. La sierra separa la Planicie Costera Noroccidental del Altiplano Mexicano (Rzedowski, 2006).
Sierras y Llanuras del Norte	Se caracterizan por sus amplias extensiones planas a ligeramente onduladas, formadas por depósitos sedimentarios finos como arcillas, limos y arenas. Estas llanuras están intercaladas con cuencas sedimentarias, que actúan como depresiones naturales donde se acumula agua superficial temporalmente, formando lagunas estacionales. Además, aunque limitados, los sistemas de drenaje en la región consisten en ríos y arroyos intermitentes que fluyen principalmente durante la temporada de lluvias.
Subprovincia	
Sierras y Llanuras de Durango	Ocupa el 24.18% del territorio estatal ubicado al centro del estado en una franja que recorre el estado de noroeste a sureste. Conformado por cadenas de pequeñas sierras, mesetas y lomeríos.

Bolsón de Mapimí	Es una extensa depresión ubicada en el norte de México, caracterizada por su topografía plana a ligeramente ondulada, con suelos predominantemente aluviales y desérticos. Esta región está rodeada de sierras bajas que limitan el drenaje superficial, creando cuencas endorreicas donde el agua de lluvia se acumula temporalmente en lagunas o salitrales estacionales. El clima árido y la escasa vegetación hacen que predominen los suelos arenosos y salinos, mientras que los sistemas de drenaje son casi inexistentes, con arroyos que solo fluyen de manera intermitente durante las escasas lluvias.
Topografía	
Valle	Forma negativa del relieve, equivalente a una depresión estrecha y alargada, formada esencialmente por procesos erosivos. Los v. pueden ser principales y secundarios colaterales; además se clasifican en orden jerárquico con base en la clasificación de R. E. Horton y A. N. Strahler
Lomerío	Es un relieve que se origina por la disección de una planicie inclinada (de piedemonte) o por la nivelación de montañas. De esta manera, puede ser resultado directo de procesos endógenos que condicionan una acción erosiva. También se refiere el término l. a las márgenes de sistemas orogénicos en los que, por movimientos débiles de levantamiento, se forman elevaciones marginales. El lomerío ocupa la mayor distribución del SA y AI
Llanura	En un valle, las planicies pueden estar delimitadas por dos lados, o en otros casos estar rodeadas, total o parcialmente, por un anillo de colinas, montañas o acantilados. En las regiones donde hay más de una llanura, estas suelen estar conectadas por un paso o una brecha. Su formación pudo deberse a lava, agua o hielo depositados que fueron fluyendo desde colinas y montañas circundantes como en el caso de las fajas, o por erosión del viento.
Sierra	Término que se aplica a una montaña alargada, generalmente de más de 5 km de longitud, o a un conjunto de montañas con una divisoria de aguas principal que delimita dos vertientes opuestas (Lugo-Hubb, 2011).

A nivel sitio, la topografía pertenece a la subprovincia Sierras y Llanuras de Durango. Los detalles se muestran en el plano del Anexo 3.2.

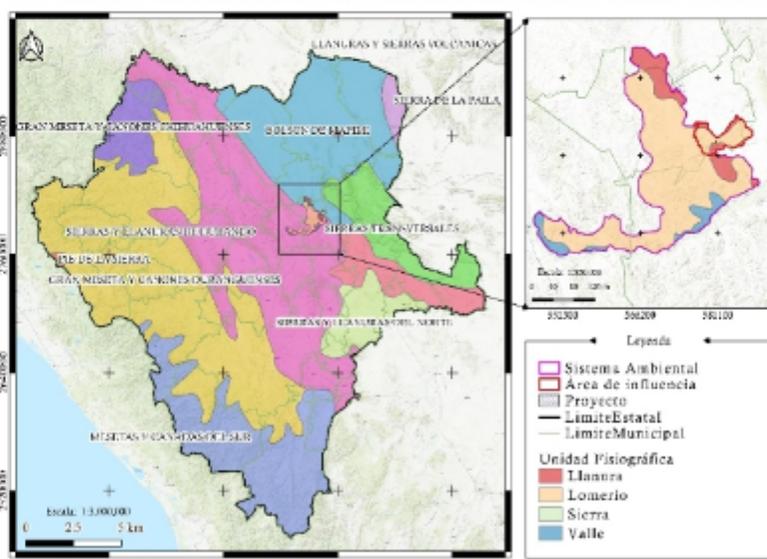


Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-8.Fisiografía a nivel estatal y en el Sistema Ambiental

IV.2.1.5.2. Relieve

Los MDE son ampliamente utilizados en aplicaciones relacionadas con el uso y manejo de recursos naturales, de las cuales pueden distinguirse grandes categorías de aplicaciones que utilizan los modelos como son geodesia y fotogrametría, ingeniería civil, planeación y manejo de recursos naturales, ciencias de la tierra, en aplicaciones militares, cartografía especializada, prevención y atención a desastres naturales, entre otras.

Hoy en día con los sistemas de información geográfica el modelo digital de elevación tiene un abanico de representaciones que permiten al usuario desarrollar mejores análisis del relieve ya que permiten visualizar el terreno mediante tintas hipsométricas, realizar perfiles longitudinales, obtener vistas en 3D, modelamiento dinámico en 3D, gamas tradicionales de color, intervalos de color de acuerdo a la variación y rangos de la elevación, sobreposición de datos o información en formato vectorial o ráster de diferentes ámbitos, temas y aplicaciones (INEGI, 2000). Con el MDT que proporciona el INEGI se realizó el análisis espacial del SA y AI, pudiendo determinar aspectos más particulares como elevación, pendiente y exposición de laderas.

a). Altitud

Los parámetros representativos que caracterizan el relieve del SA son: i) elevación mínima de 1,236 msnm; ii) elevación máxima de 1,941 msnm; iii) elevación media de 1,544.3 msnm, y iv) se presenta una desviación estándar de 136. m. Las alturas máximas se encuentran en la zona central y norte, las alturas mínimas en la parte este y sureste, las alturas medias se encuentran en la parte noreste y noroeste adyacentes a las máximas.

En el AI los parámetros característicos son: i) elevación mínima de 1,304 msnm; ii) elevación máxima de 1,680 msnm; iii) elevación media de 1,418.7 msnm, y iv) se presenta una desviación estándar de 71.2 m. Las alturas máximas se encuentran al este, mientras que las alturas mínimas en el oeste. La distribución altitudinal del SA se puede observar en el plano del Anexo 3.3.

En el sitio, las elevaciones mínima, media y máxima son 1,415, 1,436 y 1,457 msnm, respectivamente.

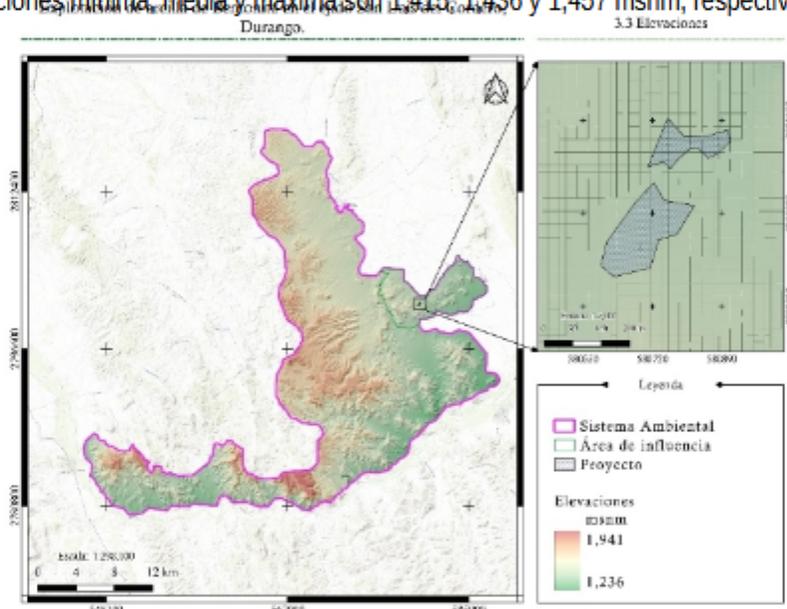


Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-9. Elevaciones presentes en el Sistema Ambiental (DEM).

b). Pendiente

Con la información contenida en el DEM del SA y con la ayuda de la herramienta [Raster/ Analysis/ Slope] de QGIS (Quantum GIS Team Development, 2024) 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 reclasifico con la ayuda de la calculadora ráster en función de las categorías del cuadro siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-36. Clasificación de la pendiente del SA (FAO, 2009).

Categoría	Pendiente (%)	Tipo de relieve	Superficie (ha)	Superficie (%)
1	0 a 2	Plano		
2	2 a 5	Ligeramente inclinado		
3	5 a 10	Inclinado		
4	10 a 15	Fuertemente inclinado		
5	15 a 30	Moderadamente escarpado		
6	30 a 60	Escarpado		

7	> 60	Muy escarpado
Total		

La pendiente que presenta un sitio en conjunto con otros factores como el tipo de suelo y cobertura vegetal, están íntimamente ligados. La pendiente media del SA es de 5%, las pendientes más pronunciadas se encuentran en el norte, mientras que las pendientes bajas se encuentran en el centro y sur. En el AI la pendiente media es de 3.94%, la distribución de las pendientes pronunciadas obedece al patrón altitudinal. El comportamiento de las pendientes puede observarse a detalle en el plano del Anexo 3.4. La pendiente promedio del sitio es 3.22%.

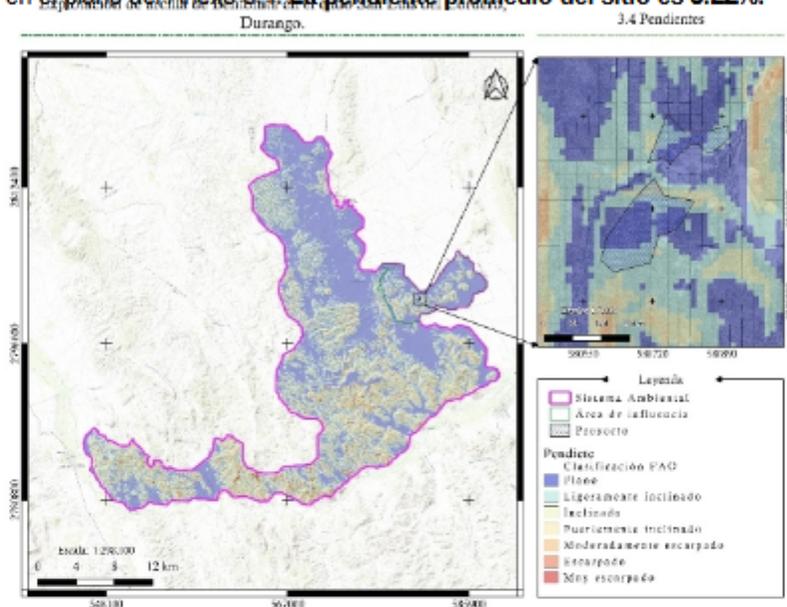


Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-10. Pendiente del SA.

c). Exposición de las laderas

A partir del DEM del SA y con la ayuda de la herramienta [Processing toolbox/ SAGA/ Fill sink (Wang & Liu, 2006)] en QGIS (Quantum GIS Team Development, 2024) se desarrolló el plano de la exposición de la ladera o terreno y, posteriormente se reclasificó la exposición con la calculadora ráster en 10 categorías (como se muestra en el cuadro siguiente).

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-37. Distribución de la exposición en el Sistema Ambiental.

Categoría	Exposición	Superficie (ha)	Superficie (%)
1	Plano		
2	Norte		
3	Noreste		
4	Este		
5	Sureste		
6	Sur		
7	Suroeste		
8	Oeste		
9	Noroeste		
10	Norte		
Total			

Existen evidencias documentadas de que la orientación de las laderas modifica las condiciones microclimáticas de los sitios; por ejemplo, en el hemisferio norte, las laderas con exposición sur reciben mayor radiación solar (casi seis veces

más) que sus contrapartes con orientación norte; siendo las laderas con exposición norte más húmedas en comparación con aquellas con orientación sur. Se ha generado un plano de la exposición de las laderas del SA, donde se puede observar que las exposiciones son ligeramente más abundantes en sentido norte. A nivel AI, por lo accidentado del relieve

3.5. La exposición del sitio es mayormente hacia el sureste, noreste y oeste.

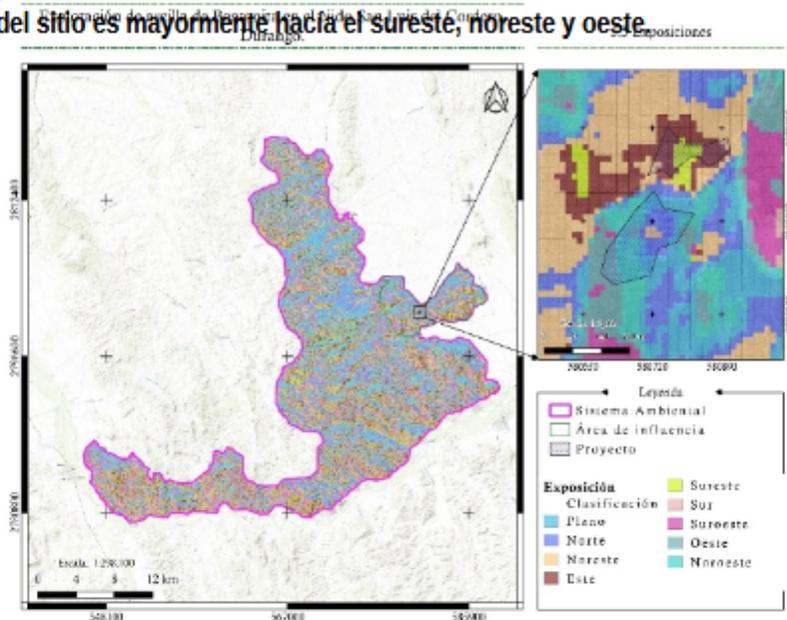


Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-11. Exposición de laderas en el SA.

IV.2.1.6. Suelos

IV.2.1.6.1. Tipos de suelo

De acuerdo con la información contenida en las cartas temáticas edafológicas escala 1:1,000,000, el suelo dominante en el SA corresponde a suelos Regosol y, dominancia media Leptosol y Calcisol, en cambio, los suelos con menos presencia son: Chernozems, Cambisoles, Gleysols y Fluvisols. Las distribuciones de los suelos se muestran en el cuadro siguiente:

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-38. Principales grupos de suelo presentes en el SA.

Suelo principal (G1)	Superficie (ha)	Superficie (%)
Calcisol	9,488.1	17.2
Chernozem	2,457.0	4.5
Leptosol	10,408.1	18.9
Regosol	29,567.8	53.6
Cambisol	2,550.3	4.6
Gleysol	352.0	0.6
Fluvisol	359.0	0.7
Total	55,182.2	100.0

A nivel AI, los suelos más abundantes corresponden a Regosoles, en menor proporción a Gleysols. Las distribuciones de los suelos dominantes se muestran en el cuadro siguiente:

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-39. Principales grupos de suelo presentes en el AI.

Suelo principal (G1)	Superficie (ha)	Superficie (%)
Cambisol	414.1	9.9
Gleysol	105.4	2.5
Regosol	3308.0	79.5
Calcisol	335.6	8.1
Total	4163.1	100.0

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

Se identificaron 35 tipos de suelo para el SA, de los cuales 22 de ellos se encuentran en el AI, mismos que se describen en los cuadros IV-16 y IV-17 respectivamente. En el plano del **Anexo 3.7** se muestran la distribución de los tipos de suelo presentes en el **SA**.

Por otro lado, el tipo de suelo presente en el sitio corresponde RGcalep+LPskli/2r, mismo que se distribuye en el SA y AI.

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-40 Tipos de suelo identificados en el SA.

Clave (WRB)	Suelo Dominante (G1)	Calificador Secundario del G1	Calificador Primario del G1	Suelo Secundario (G2)	Calificador Secundario del G2	Calificador Primario del G2	Suelo Terciario (G3)	Calificador Secundario del G3	Calificador Primario del G3
CLskptp+RGskca/2r	Calcisol	Esquelético	Epiléptico	Regosol	Esquelético	Calcárico	N	N	N
CHhulen+LPmosk/2R	Chernozem	Húmico	Endoléptico	Leptosol	Mólico	Esquelético	N	N	N
CLadlv+CLskpnt/2r	Calcisol	Ácrico	Lúvico	Calcisol	Epiesquelético	Endopétrico	N	N	N
LPcask+RGcalep/2	Leptosol	Calcárico	Esquelético	Regosol	Calcárico	Epiléptico	N	N	N
CLskptp+RGskca/2r	Calcisol	Esquelético	Epipétrico	Regosol	Esquelético	Calcárico	N	N	N
LPzsk+CHccp/2R	Leptosol	Réndzico	Esquelético	Chernozem	Cálcico	Epipétrico	N	N	N
RGcalep+LPskli/2r	Regosol	Calcárico	Epiléptico	Leptosol	Esquelético	Lítico	N	N	N
RGcalep+LPcask/2R	Regosol	Calcárico	Epiléptico	Leptosol	Calcárico	Esquelético	N	N	N
CLskptp+RGskca/2r	Calcisol	Esquelético	Epipétrico	Regosol	Esquelético	Calcárico	N	N	N
LPskli/2R	Leptosol	Esquelético	Lítico	N	N	N	N	N	N
CMskpca+CLadpnt/2r	Cambisol	Epiesquelético	Calcárico	Calcisol	Ácrico	Endopétrico	N	N	N
GLadsov+RGskpca/2	Gleysol	Arénico	Hiposódico	Regosol	Epiesquelético	Calcárico	N	N	N
LPcask+RGcalep/2r	Leptosol	Calcárico	Esquelético	Regosol	Calcárico	Epiléptico	N	N	N
RGcalep+LPcask/2R	Regosol	Calcárico	Epiléptico	Leptosol	Calcárico	Esquelético	N	N	N
CMskpca+CLadpnt/2r	Cambisol	Epiesquelético	Calcárico	Calcisol	Ácrico	Endopétrico	N	N	N
LPmosk+LPskli/2r	Leptosol	Mólico	Esquelético	Leptosol	Esquelético	Lítico	N	N	N
FLeu+KSlvcc/1	Fluvisol	N	Nátrico	Kastacozem	Lúvico	Cálcico	N	N	N
CMskpca+CLadpnt/2r	Cambisol	Epiesquelético	Calcárico	Calcisol	Ácrico	Endopétrico	N	N	N
LPmosk+PHcalep/2r	Leptosol	Mólico	Esquelético	Phaeozem	Calcárico	Epiléptico	N	N	N
RGcalep+LPskli/2r	Regosol	Calcárico	Epiléptico	Leptosol	Esquelético	Lítico	N	N	N
CLslad+CLadlv/2	Calcisol	Sálico	Ácrico	Calcisol	Ácrico	Lúvico	N	N	N
RGcalep+CLadptp/2R	Regosol	Calcárico	Epiléptico	Calcisol	Ácrico	Epipétrico	N	N	N
CMcason+RGskpca/2	Cambisol	Calcárico	Epipétrico	Regosol	Epiesquelético	Calcárico	N	N	N
CLskptp+RGskca/2r	Calcisol	Esquelético	Epipétrico	Regosol	Esquelético	Calcárico	N	N	N
CHlvcc+VRcaso/3	Chernozem	Lúvico	Cálcico	Vertisol	Calcárico	Sódico	N	N	N
CLskptp+RGskca/2r	Calcisol	Esquelético	Epipétrico	Regosol	Esquelético	Calcárico	N	N	N
LPmosk+PHcalep/2r	Leptosol	Mólico	Esquelético	Phaeozem	Calcárico	Epiléptico	N	N	N
CLad+CLadlv/2	Calcisol	N	Ácrico	Calcisol	Ácrico	Lúvico	N	N	N

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

LPmosk/2r	Leptosol	Mólico	Esquelético	Phaeozem	Calcárico	Epiléptico	N	N	N
CLskptp+RGskca/2r	Calcisol	Esquelético	Epipétrico	Regosol	Esquelético	Calcárico	N	N	N
CHlvcc+VRcaso/3	Chernozem	Lúvico	Cálcico	Vertisol	Calcárico	Sódico	N	N	N
LPmosk+PHcalep/2r	Leptosol	Mólico	Esquelético	Phaeozem	Calcárico	Epiléptico	N	N	N
CLadptp/2r	Calcisol	Arénico	Epipétrico	N	N	N	N	N	N
LPmosk+PHcalep/2r	Leptosol	Mólico	Esquelético	Phaeozem	Calcárico	Epiléptico	N	N	N
CLszwlv/2	Calcisol	Hiposódico	Lúvico	N	N	N	N	N	N
LPcask+RGcalep/2r	Leptosol	Calcárico	Esquelético	Regosol	Calcárico	Epiléptico	N	N	N

A nivel A1 solo se encuentran 7 tipos de suelo siendo los siguientes.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-41. Tipos de suelos presentes en el AL

Clave (WRB)	Suelo	Calificador	Calificador	Suelo	Calificador	Calificador	Suelo	Calificador	Calificador
	Dominante (G1)	Secundario del G1	Primario del G1	Secundario (G2)	Secundario del G2	Primario del G2	Terciario (G3)	Secundario del G3	Primario del G3
CMSkpc+CLadptn/2r	Cambisol	Epiesquelético	Calcárico	Calcisol	Arénico	Endopétrico	N	N	N
GLadsow+RGskpca/2	Gleysol	Arénico	Hiposódico	Regosol	Epiesquelético	Calcárico	N	N	N
RGcalep+LPcask/2R	Regosol	Calcárico	Epiléptico	Leptosol	Calcárico	Esquelético	N	N	N
CMSkpc+CLadptn/2r	Cambisol	Epiesquelético	Calcárico	Calcisol	Arénico	Endopétrico	N	N	N
RGcalep+LPskli/2r	Regosol	Calcárico	Epiléptico	Leptosol	Esquelético	Lítico	N	N	N
CLslad+CLadlv/2	Calcisol	Saltico	Arénico	Calcisol	Arénico	Lúvico	N	N	N
CMcason+RGskpca/2	Cambisol	Calcárico	Endopétrico	Regosol	Epiesquelético	Calcárico	N	N	N

Respecto al sitio del proyecto, se encontraron solo 1 tipos de suelo, mismos que se describe a continuación:

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-42. Tipos de suelos presentes en el sitio.

Clave (WRB)	Suelo	Calificador	Calificador	Suelo	Calificador	Calificador	Suelo	Calificador	Calificador
	Dominante (G1)	Secundario del G1	Primario del G1	Secundario (G2)	Secundario del G2	Primario del G2	Terciario (G3)	Secundario del G3	Primario del G3
RGcalep+LPskli/2r	Regosol	Calcárico	Epiléptico	Leptosol	Esquelético	Lítico	N	N	N

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular

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.

DESCRIPCIÓN DE LOS GRUPOS PRINCIPALES

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. Otros sistemas de clasificación de suelos se refieren a muchos Cambisoles como: Braunerden (Alemania), Sols bruns (Francia), Brown soils/Brown Forest soils (antiguos sistemas norteamericanos), o Burozems (Federación Rusa). FAO acuñó el nombre Cambisoles, adoptado por Brasil (Cambissolos); la Taxonomía de Suelos de los Estados Unidos clasifica a la mayoría de estos suelos como Inceptisoles. 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. Los Cambisoles se caracterizan por meteorización ligera a moderada del material parental y por ausencia de cantidades apreciables de arcilla iluvial, materia orgánica, compuestos de Al y/o Fe. Los Cambisols también abarcan suelos que no cumplen una o más características de diagnóstico de otros GSR, incluyendo los altamente meteorizados. **Además, se desarrollan en terrenos llanos a montañosos en todos los climas; amplio rango de tipo de vegetación.**

CALCISOLES. Es difícil cuantificar la extensión mundial de los Calcisoles con alguna medida exacta. Muchos Calcisoles ocurren junto con Solonchaks que son en realidad Calcisoles afectados por sales y/o con otros suelos que tienen acumulación secundaria de calcáreo, pero no califican como Calcisoles. El área total de Calcisoles puede bien llegar a 1 000 millones ha, casi toda ella en el área subtropical árida y semiárida de ambos hemisferios. Los cultivos tolerantes a sequía como el girasol pueden hacerse de secano, preferiblemente después de uno o unos pocos años de barbecho, pero los Calcisoles alcanzan su máxima capacidad productiva sólo cuando son cuidadosamente regados. Extensas áreas de Calcisoles se usan para la producción de trigo de invierno bajo riego, melones y algodón en la zona Mediterránea. El Sorghum bicolor (el sabeem) y cultivos forrajeros como el pasto Rhodes y alfalfa, son tolerantes a altos niveles de Ca. Unos 20 cultivos vegetales han sido producidos exitosamente en Calcisoles bajo riego fertilizados con nitrógeno, fósforo y microelementos como hierro y zinc. El riego por surcos es superior al riego por inundación en Calcisoles inestables porque reduce el encostramiento superficial y mortalidad de plántulas; las leguminosas en particular son muy vulnerables en el estado de plántula. En algunos lugares, el cultivo arable está obstruido por pedregosidad del suelo superficial y/o un horizonte petrocálcico horizon a poca profundidad.

CHERNOZEMS. Acomodan suelos con una capa superficial gruesa, negra rica en materia orgánica. El edafólogo ruso Dokuchaev acuñó el nombre Chernozem en 1883 para denotar el típico suelo zonal de las estepas de pastos altos en Rusia continental. Muchos Chernozems corresponden a: Suelos Negros Calcáreos (antiguos sistemas de Estados

Unidos) y Kalktschernoseme (Alemania); Chernosols (Francia); Suelos Negros Eluviados (Canadá); varios subórdenes (especialmente Udolles) de los Molisoles (Estados Unidos de Norteamérica); y Chernosols (Brasil). Se caracterizan por ser suelos negros ricos en materia orgánica; del ruso chernij, negro, y zemlja, tierra, principalmente sedimentos eólicos y eólicos retrabajados (loess). El ambiente en el que se desarrollan es con un clima continental con inviernos fríos y veranos calientes, que están secos por lo menos al final del verano; en planicies llanas a onduladas con vegetación de pastos altos (bosque en la zona norte transicional). **El horizonte superficial mólico pardo oscuro a negro, en muchos casos sobre un horizonte subsuperficial cámbico o árgico; con carbonatos secundarios o un horizonte cálcico en el subsuelo.**

LEPTOSOL. Son suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Los Leptosoles son suelos azonales y particularmente comunes en regiones montañosas. Los Leptosoles incluyen los: Litosoles del Mapa de Suelos del Mundo (FAO-UNESCO, 1971-1981); subgrupos Lítico del orden Entisol (Estados Unidos de Norteamérica); Leptic Rudosols y Tenosols (Australia); y Petrozems y Litozems (Federación Rusa). En muchos sistemas nacionales, los Leptosoles sobre roca calcárea pertenecen a las Rendzinas, y aquellos sobre otras rocas, a los Rankers. La roca continua en la superficie se considera no suelo en muchos sistemas de clasificación de suelos.

REGOSOL. Los Regosoles son suelos jóvenes caracterizados por su escaso desarrollo de horizontes pedogenéticos, lo que significa que no tienen capas bien diferenciadas como otros tipos de suelos. Presentan un horizonte A superficial poco desarrollado, que es la capa superior donde ocurre la mayor actividad biológica, y suele ser delgado, subyaciendo directamente sobre material parental no consolidado, como arena, grava o roca fragmentada. Se forman principalmente en áreas con fuerte erosión o en terrenos recién depositados, como laderas o zonas aluviales. **Estos suelos, de textura arenosa o franco-arenosa, son comunes en climas áridos o semiáridos, y su baja fertilidad y capacidad de retención de agua los hace menos aptos para la agricultura sin un manejo adecuado.**

GLEYSOL. Los Gleysoles son suelos que se desarrollan en condiciones de saturación permanente o estacional de agua, lo que provoca la reducción de hierro y la formación de características de gleización, como manchas o colores grisáceos, verdosos o azulados en el perfil del suelo. Estos suelos presentan un horizonte gley o G, que se caracteriza por una coloración moteada debido a la fluctuación del nivel freático y la falta de oxígeno. Se encuentran comúnmente en áreas de humedales, llanuras aluviales, depresiones y zonas costeras. **Debido a la alta saturación de agua, los Gleysoles suelen ser poco aptos para la agricultura sin un adecuado drenaje, aunque pueden ser utilizados para el cultivo de arroz o como pastizales.**

DESCRIPCIÓN DE LOS CALIFICADORES

1. **Árgico (ac):** que tiene un horizonte árgico con una CIC (por NH_4OAc 1 M) menor de $24 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ arcilla en alguna parte hasta una profundidad máxima de 50 cm debajo de su límite superior, ya sea comenzando dentro de los 100 cm de la superficie del suelo o dentro de los 200 cm de la superficie del suelo si el horizonte árgico tiene por encima textura arenosa franca o más gruesa en todo su espesor, y con una saturación con bases (por NH_4OAc 1 M) menor de 50 por ciento en la mayor parte entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo.
2. **Arénico (ar):** que tiene a texture of loamy fine sand or coarser in a layer, 30 cm o más thick, within 100 cm de la superficie del suelo.
3. **Calcárico (ca):** que tiene material calcárico entre 20 y 50 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y roca continua o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad.
4. **Cálcico (cc):** que tiene un horizonte cálcico o concentraciones de carbonatos secundarios que comienzan dentro de los 100 cm de la superficie del suelo.
5. **Endoléptico (nl):** que tiene roca continua que comienza entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo
6. **Endopéptico (ptn):** que tiene una capa fuertemente cementada o endurecida que comienza entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo.
7. **Epiesquelético (psk):** que tiene 40 por ciento o más (en volumen) de gravas u otros fragmentos gruesos promediado en una profundidad de 50 cm de la superficie del suelo.
8. **Epiléptico (el):** que tiene roca continua que comienza dentro de 50 cm de la superficie del suelo.

9. **Epipétrico** (ptp): que tiene una capa fuertemente cementada o endurecida que comienza dentro de 50 cm de la superficie del suelo.
10. **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.
11. **Hiposódico** (sow): que tiene 6 por ciento o más Na más Mg intercambiables en el complejo de intercambio en una capa de 20 cm o más de espesor, dentro de 100 cm de la superficie del suelo
12. **Húmico** (hu): que tiene el siguiente contenido de carbono orgánico en la fracción tierra fina como promedio ponderado: en Ferralsoles y Nitisoles, 1.4 por ciento o más hasta una profundidad de 100 cm desde la superficie del suelo mineral; en Leptosoles en los que aplica el calificador Hiperesquelético, 2 por ciento o más hasta una profundidad de 25 cm desde la superficie del suelo mineral; en otros suelos, 1 por ciento o más hasta una profundidad de 50 cm desde la superficie del suelo mineral
13. **Lítico** (li): que tiene roca continua que comienza dentro de 10 cm de la superficie del suelo (sólo en Leptosoles).
14. **Lúvico** (lv): que tiene un horizonte árgico que tiene una CIC (por NH₄OAc 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 NH₄OAc 1 M) de 50 por ciento o más en la mayor parte entre 50 and 100 cm de la superficie del suelo.
15. **Mólico** (mo). horizonte superficial bien estructurado, oscuro, con alta saturación con bases y moderado a alto contenido de materia orgánica.
16. **Nátrico** (na): que tiene un horizonte Nátrico que comienza dentro de 100 cm de la superficie del suelo.
17. **Réndzico** (rz): que tiene un horizonte mólico que contiene o está inmediatamente por encima de material calcárico o roca calcárea que contiene 40 por ciento o más de carbonato de calcio equivalente.
18. **Sálico** (sz): que tiene un horizonte sálico que comienza dentro de 100 cm de la superficie del suelo.
19. **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.

IV.2.1.6.2. Tipos de erosión presentes y las causas que los 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 causas siguientes:

- Practica 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 **sitio** 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 línea base para la determinación de la tasa de desgaste se utilizó 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 VI 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-43. Categorías de erosión hídrica de acuerdo al espesor del suelo.

Categoría de pérdida de suelo	Intervalo de pérdida de suelo en 10 años (cm)	Intervalo de pérdida de suelos (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 en el **SA** considerándose de **LIGERA a MODERADA** (entre 5 a 50 ton/ha/año).

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:

$$E = R \cdot K \cdot LS \cdot C$$

donde; **E**= promedio anual de pérdida de suelo ($t \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$), **R**= factor de erosividad de la lluvia ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ hr}^{-1} \text{ año}^{-1}$), **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).

IV.2.1.6.2.1. Factor de 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 (Figuroa *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 $\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ hr}^{-1} \text{ año}^{-1}$, 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-44. Ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia en la República Mexicana (Cortés, 1991).

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

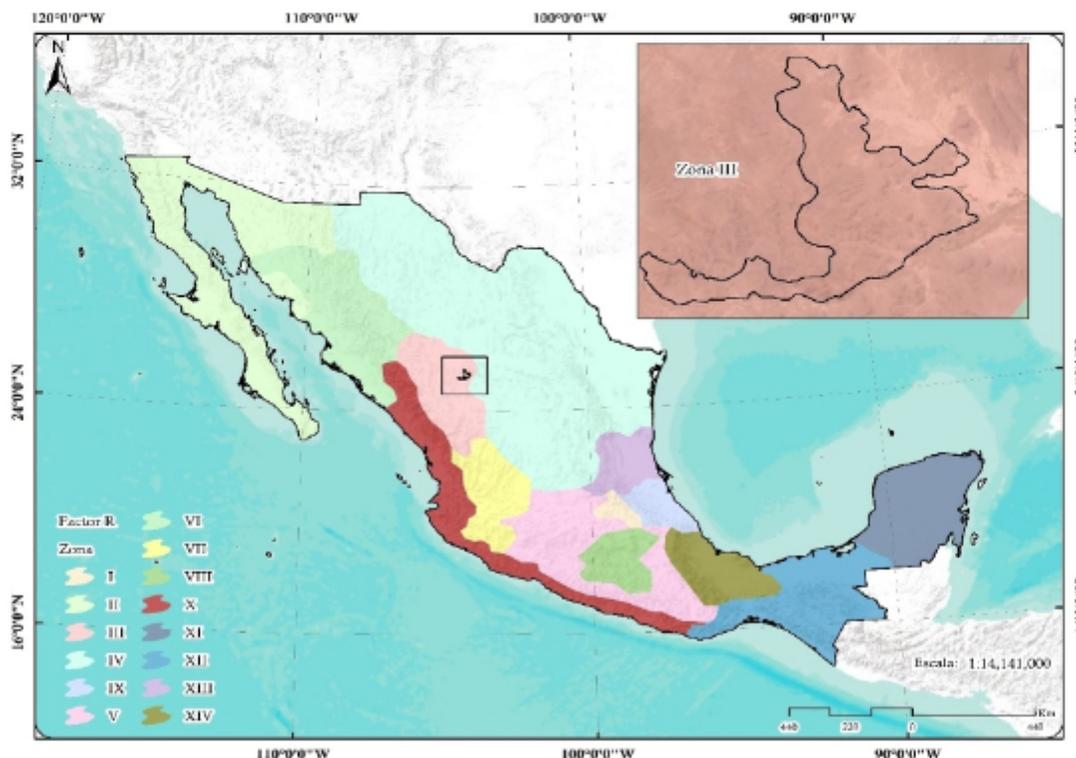


Ilustración Error: no se encontró el origen de la referencia-1. Ubicación del SA en la regionalización nacional del Factor R (Becerra, 1997).

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 III** [$3.67516 * ("precip") - 0.001720 * \text{Power}("precip",2)$] 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:

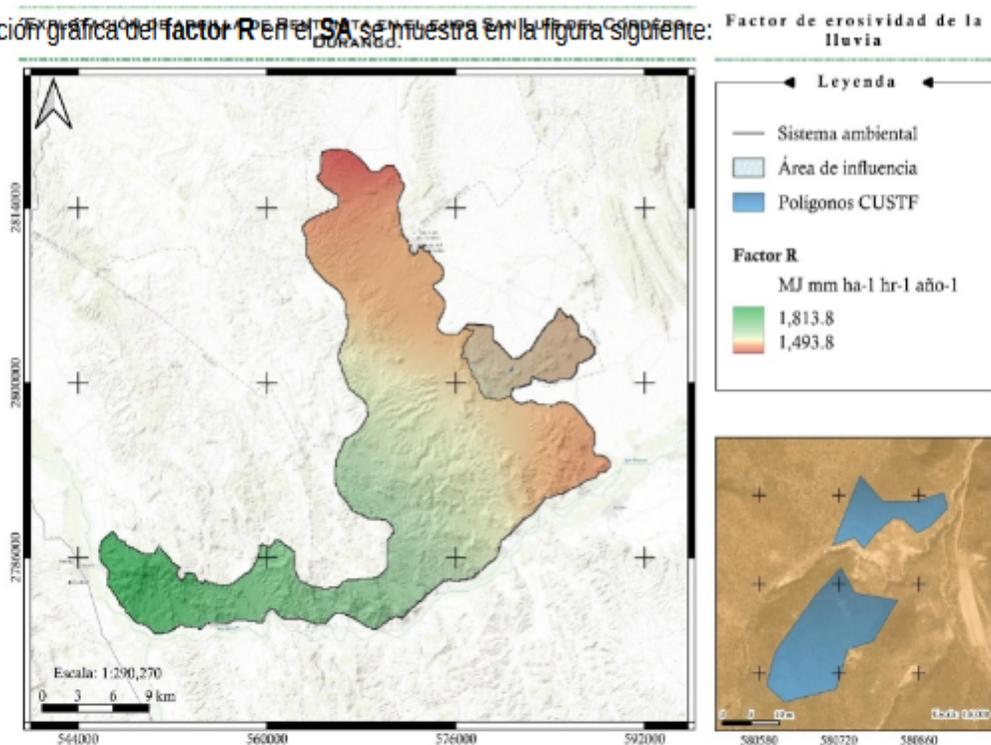


Ilustración Error: no se encontró el origen de la referencia-2. Representación del factor R en el SA.

IV.2.1.6.2.2. Factor de erodabilidad del suelo

El factor de erodabilidad del suelo [K], es un factor que toma en cuenta el tipo de suelo. Para el presente estudio se utilizó la metodología descrita por Montes-León *et al.* (2011) para elaborar un mapa nacional de erosión potencial en la República Mexicana, el procedimiento es conocido como la metodología de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Para la determinación de este factor fue empleada la información edafológica más reciente del INEGI: Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, 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 tipo de suelo y textura. A continuación, se muestran los valores de K por tipo de suelo y textura que fueron establecidos por la WRB (World Reference Base for Soil Resources) y que fueron utilizados para el SA.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-45. Valores de K de acuerdo con el tipo de suelo de la clasificación desarrollado por la WRB.

Suelo (WRB)	Textura			Suelo (WRB)	Textura		
	Gruesa	Media	Fina		Gruesa	Media	Fina
Acrisol	0.26	0.04	0.013	Histosol	0.053	0.02	0.007
Alisol	0.026	0.04	0.013	Kastanozem	0.026	0.04	0.013
Andosol	0.026	0.04	0.013	Leptosol	0.013	0.02	0.007
Arenosol	0.013	0.02	0.007	Luvisol	0.026	0.04	0.013
Chernozem	0.013	0.02	0.007	Nitisol	0.013	0.02	0.007
Calcisol	0.053	0.079	0.026	Phaeozem	0.013	0.02	0.007
Cambisol	0.026	0.04	0.013	Planosol	0.053	0.079	0.026
Durisol	0.053	0.079	0.026	Regosol	0.026	0.04	0.013
Fluvisol	0.026	0.04	0.013	Solonetz	0.053	0.079	0.026
Ferrasol	0.013	0.02	0.007	Umbrisol	0.026	0.04	0.013
Gleysol	0.026	0.04	0.013	Vertisol	0.053	0.079	0.026
Gypsisol	0.053	0.079	0.026				

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

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-46. Valores del factor K considerando el tipo de suelo y textura

Tipo de suelo	Textura	Valor de K
---------------	---------	------------

Calcisol	Media	0.079
Chernozem	Media	0.020
Chernozem	Fina	0.013
Fluvisol	Gruesa	0.026
Gleysol	Media	0.040
Leptosol	Media	0.020

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 se generó el ráster con la herramienta [CONVERSION TOOLS> TO RASTER> FEATURE TO RASTER].

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

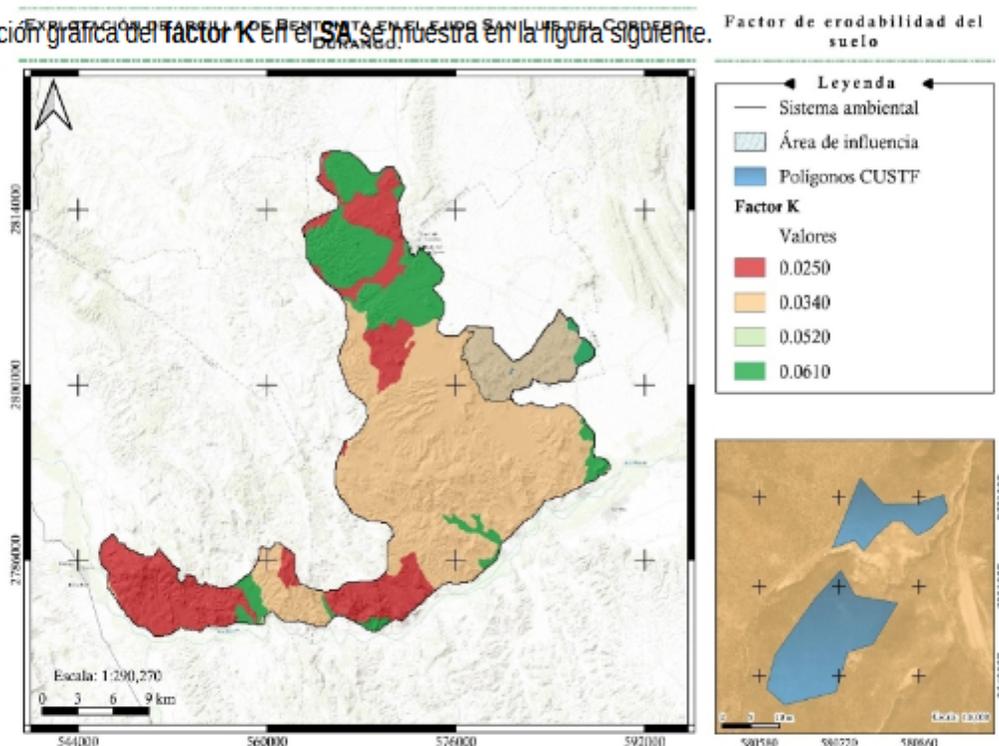


Ilustración Error: no se encontró el origen de la referencia-3. Representación del factor K en el SA.

IV.2.1.6.2.3. 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.

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

Donde; β = pendiente del terreno (radianes).

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

$$S = \begin{cases} 10.8 \cdot \text{Sen}(\beta) + 0.03; & \text{si } \tan(\beta) < 0.09 \\ 16.8 \cdot \text{Sen}(\beta) - 0.50; & \text{si } \tan(\beta) \geq 0.09 \end{cases}$$

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** en el **SA** con ArcGIS fue 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** en el **SA** se muestra en la figura siguiente:

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

EXPLOTACIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA EN EL EJIDO SAN LUIS DEL CORDERO, DURANGO.

Factor de topográfico

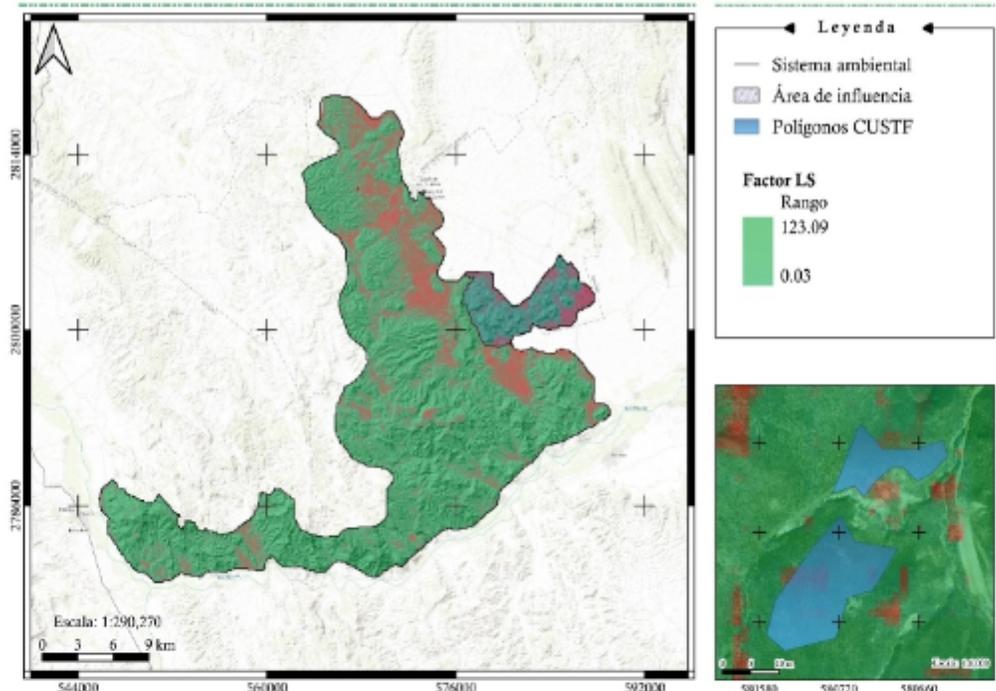


Ilustración Error: no se encontró el origen de la referencia-4. Representación del factor LS en el SA.

IV.2.1.6.2.4. Factor de manejo de cultivo y cobertura de 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-47. 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	28	Mezquital	0.65
2	Agricultura de riego	0.55	29	Palmar inducido	0.75
3	Agricultura de temporal	0.75	30	Palmar natural	0.75
4	Bosque de ayarín	0.01	31	Pastizal gipsófilo	0.25
5	Bosque de cedro	0.01	32	Pastizal halófilo	0.25
6	Bosque de encino	0.1	33	Pastizal inducido	0.02
7	Bosque de encino-pino	0.01	34	Pastizal natural	0.07
8	Bosque de galería	0.1	35	Popal	0.85
9	Bosque de mesófilo de montaña	0.01	36	Pradera de alta montaña	0.05
10	Bosque de oyamel	0.01	37	Sabana	0.54
11	Bosque de pino	0.01	38	Sabanoide	0.54
12	Bosque de pino-encino	0.01	39	Selva alta perennifolia	0.45
13	Bosque de táscate	0.01	40	Selva alta subperennifolia	0.45
14	Chaparral	0.65	41	Selva baja caducifolia	0.5
15	Cuerpos de agua	1	42	Selva baja espinosa caducifolia	0.5

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

ID	Vegetación y/o uso de suelo	C	ID	Vegetación y/o uso de suelo	C
16	Manglar	0.1	43	Selva baja espinosa subperennifolia	0.5
17	Matorral crasicaule	0.65	44	Selva mediana caducifolia	0.45
18	Matorral de coníferas	0.2	45	Selva mediana perennifolia	0.45
19	Matorral desértico micrófilo	0.25	46	Selva mediana subcaducifolia	0.45
20	Matorral desértico rosetófilo	0.25	47	Sin Vegetación	1
21	Matorral espinoso tamaulipeco	0.45	48	Tular	0.1
22	Matorral rosetófilo costero	0.25	49	Vegetación de desiertos arenosos	0.85
23	Matorral sarcocaula	0.25	50	Vegetación de dunas costeras	0.85
24	Matorral sarco-crasicaule	0.25	51	Vegetación de galería	0.85
25	Matorral sarco-crasicaule de neblina	0.25	52	Vegetación halófila	0.85
26	Matorral submontano	0.35	53	Zona urbana	0.005
27	Matorral subtropical	0.12			

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** en el SA en ArcGIS fue la siguiente;

1. Se clasificó el shapefile 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** en el SA se puede observar en la figura siguiente.

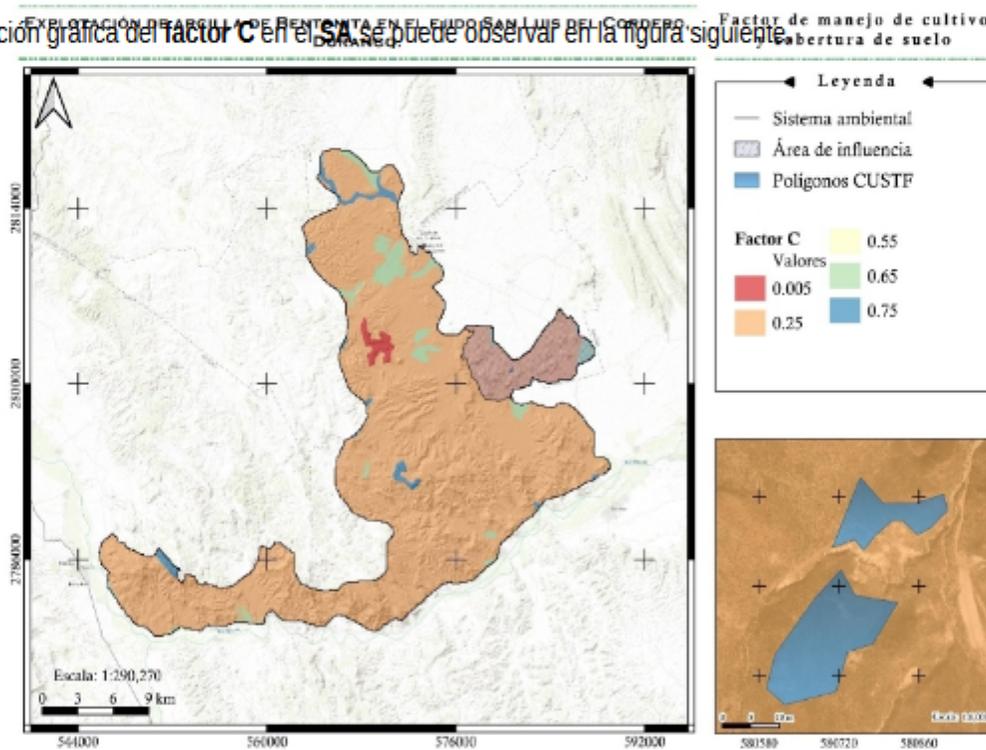


Ilustración Error: no se encontró el origen de la referencia-5. Representación del factor C en el SA.

IV.2.1.6.2.5. 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-48. Valor de P para las diferentes prácticas y eficiencia (Flores López et al., 2003).

Código de Práctica	Práctica Código de eficiencia	Valor de P				
		Máximo 1	2	3	4	Mínimo 5
1	Surcado al contorno	0.75	0.8	0.85	0.9	
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				

IV.2.1.6.2.6. 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-49. Erosión potencial hídrica en el SA.

Grado	Valor	Tasa de erosión (ton-ha ⁻¹ -año ⁻¹)		Superficie (ha)	Superficie (%)
		Rango	Promedio		
Nula	1	0 – 8	14	1,254.0	2.3
Ligera	2	8 – 10	25	1,774.6	3.2
Moderada	3	10 – 50	32	13,926.0	25.2
Alta	4	50 – 200	114	19,574.3	35.5
Muy alta	5	> 200	347	18,653.9	33.8
Promedio ponderado			166.93	55,182.7	

Como se puede observar en el cuadro anterior, la mayor superficie del SA tiene una susceptibilidad Alta y Muy Alta a la erosión (69.3%), 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 166.93 ton⁻¹ año⁻¹ ha⁻¹

IV.2.1.6.2.7. 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-50. Grado de erosión hídrica actual en el SA.

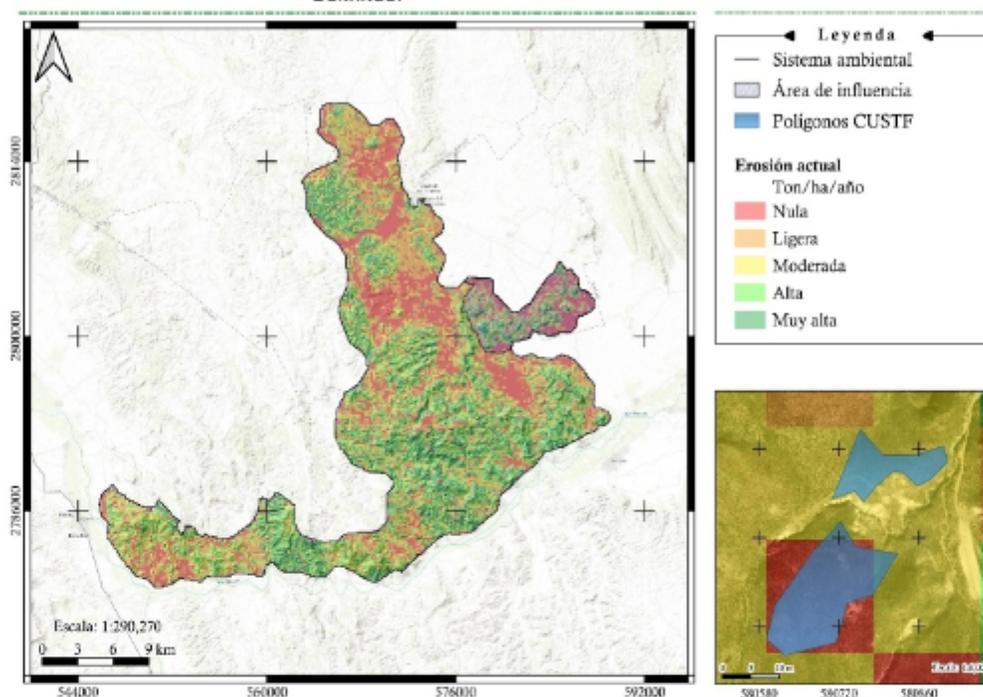
Grado	Valor	Tasa de erosión (ton-ha ⁻¹ -año ⁻¹)		Superficie (ha)	Superficie (%)
		Rango	Promedio		
Nula	1	0 – 2	6	2,480.8	4.6

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

Ligera	2	2 – 10	22	9,093.5	17.0
Moderada	3	10 – 50	98	23,299.5	43.4
Alta	4	50 – 200	321	18,464.0	34.4
Muy alta	5	> 200	789	294.0	0.5
Promedio ponderado			156.9	55,182.7	

Los resultados demuestran que el mayor porcentaje de la superficie del SA se clasifica en el rango de erosión **Alta**. Ponderando la tasa de erosión por la superficie se estimó un promedio de **156.9 ton¹ ha¹ año¹**.

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



Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-51. Erosión hídrica actual del SA.

IV.2.1.6.2.8. Erosión hídrica en el sitio de CUSTF

Con la metodología anterior se realizaron los cálculos de la erosión hídrica actual en la superficie sujeta a CUSTF, los resultados y metodología de cálculo se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-52. Erosión total para el sitio con el CUSTF

Erosión hídrica potencial y actual del sitio sujeto a CUSTF					
Parámetro	Variable	Valor	Unidad	Metodología de cálculo	Fuente
Precipitación anual	P	357.9	mm	Calculadora raster	Raster de precipitación
Erosividad de la lluvia Zona X	R	1,095.02	Mj/ha mm/hr	$R = 3.67516 \cdot P - 0.001720 \cdot (P)^2$	Fórmulas establecidas para la república mexicana (Becerra, 1997)
Erosionabilidad del suelo	K	0.04	Adim	Ponderación del valor K por superficie	Valor K, del raster de la MHF
Factor de longitud y pendiente	LS	18.75	Adim	Calculadora raster	Valor LS promedio en el sitio
Erosión potencial	Ep	797.11	Toneladas /ha/ año	Ep = R * K * LS	
Factor de protección de la vegetación	C	0.25	Adim	Calculadora raster (tipo de vegetación secundaria arbórea de bosque de encino)	Valor C, del raster de la MHF
Erosión actual	Ea	199.28	Toneladas /ha/ año	Ea = R * K * LS * C	
Superficie de CUSTF	CUSTF	3.45	ha		

Erosión potencial total	EPT	2,747.64	Toneladas/año	Ep * CUSTF
Erosión actual total	EAT	686.91	Toneladas/año	Ea * CUSTF

En conclusión, actualmente en sitio propuesto a CUSTF tiene una tasa de erosión hídrica natural (actual) de **686.91 ton⁻¹ ha⁻¹ año⁻¹** de suelo y con la remoción de la vegetación se pronostica se incremente a **2,747.64 ton⁻¹ ha⁻¹ añ⁻¹**.

IV.2.1.6.2.9. Estimación de la erosión eólica actual

La erosión eólica es el proceso que comprende el desprendimiento, transporte y deposición de los materiales del suelo por acción del viento, este se da cuando la velocidad del último supera las fuerzas de cohesión de las partículas del suelo (Mech y Woodruff, 1967). **La erosión del suelo causada por el viento es un serio problema de degradación en las regiones áridas y semiáridas del mundo** (Lal, 1990), causa la pérdida de la productividad del suelo, problemas de salud por la inhalación de partículas suspendidas, baja visibilidad, entre otros muchos problemas (Saxton et al., 2000; Buschiazzo, 2006).

Las condiciones que favorecen este proceso de pérdida de suelo son: **escasa precipitación, las fuertes oscilaciones de temperatura entre el día y la noche, vientos suficientemente fuertes para provocar el movimiento de las partículas del suelo**, superficies casi uniformes y planas, suelos secos y sueltos y áreas con escasa o nula vegetación (Chepil y Woodruff, 1963). En los ecosistemas secos, la cobertura vegetal es frecuentemente baja y los suelos son secos debido a la baja precipitación y a la gran demanda evapotranspirativa (Loik et al., 2004), como consecuencia, se incrementa el transporte de sedimentos por el aire, aunado a esto, muchos de los ecosistemas secos están experimentando un proceso acelerado de degradación, lo cual afecta la redistribución de sedimentos a través de la erosión eólica (Peters et al., 2006).

A pesar de la importancia fundamental de la erosión eólica en México, se han desarrollado pocos estudios, que permitan entender mejor la dinámica del proceso y el grado de afectación en las diferentes zonas del país, en particular en los ecosistemas secos y relacionando la magnitud de afectación con el uso del suelo y la cobertura vegetal.

IV.2.1.6.2.10. Erosión eólica en el sitio de CUSTF

Para realizar el cálculo de la erosión laminar eólica (Ee) se aplicó la fórmula siguiente:

$$E_e = IAV * CATEX * CAUSO$$

donde; Ee= Erosión eólica (t ha⁻¹ año⁻¹), IAV= Índice de agresividad del viento, CATEX= Calificación de textura y fase del suelo y, CAUSO= Calificación por uso del suelo.

Índice de agresividad del viento [IAV]

En primer lugar, se calculó el índice de agresividad del viento [IAV] mediante la fórmula siguiente:

$$IAV = 160.8252 - 0.7660(Pc)$$

donde; Pc= período de crecimiento (número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo).

El valor del período de crecimiento [Pc] se estimó por medio de la expresión siguiente:

$$Pc = 0.2408(P) - 0.0000372(P)^2 - 33.1019$$

donde; P es la precipitación promedio anual (mm).

Calificación de textura y fase [CATEX]

Para estimar el valor del CATEX se determinó la superficie por tipo de suelo del SA mediante la carta de edafología Serie II de INEGI (2014), la calificación de textura y la fase se asignó mediante los valores de los cuadros siguientes correspondientes a suelos no calcáreos (SUECALC = 0) y suelos calcáreos (SUECALC = 1) respectivamente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-53. Valores para el cálculo de la capa de calificación de textura en suelos no calcáreos

Valor de C	Textura* y fase de suelos no calcáreos
3.50	1
1.25	2

¹ Gómez, J.D., Monterroso, A.I., Lechuga G., L.M. 2013. Erosión eólica a nivel regional en México y sus factores determinantes. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco. México.

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

Valor de C	Textura* y fase de suelos no calcáreos
1.85	3
1.75	1 y fase gravosa o pedregosa
0.62	2 y fase gravosa o pedregosa
0.92	3 y fase gravosa o pedregosa

donde; *(1= gruesa, 2=media y 3=fina).

Posteriormente se ponderó la superficie por tipo de suelo y su respectiva calificación de textura y fase, mediante la fórmula siguiente:

$$CATEX = \frac{\sum_{i=1}^n Tipo_{Sueloi} * C_i}{L_{total}}$$

donde; Tipo_Sueloi = superficie que cubre el i-ésimo tipo de suelo (ha), Ci = calificación asignada para el i-ésimo tipo de suelo (adimensional) y Sup_total = superficie total de la MHF.

Según la FAO (2018) los suelos calcáreos se encuentran en las zonas áridas y contienen frecuentemente más de 15% de CaCO₃, que puede presentarse en distintas formas (pulverulento, nódulos, costras, etc.). Los suelos con un alto contenido de CaCO₃ pertenecen al grupo de calcisoles (según WRB) y a otros subgrupos cálcicos relacionados; de acuerdo a la carta de perfiles de suelo escala 1: 250 000 serie II (Continuo nacional), en el SA no se encuentran suelos calcáreos, ya que todos los perfiles consultados presentan un porcentaje menor al 15% de CaCO₃ en su composición; además, el tipo de vegetación no corresponde a zonas áridas.

Considerando la superficie a CUSTF el valor de CATEX corresponde a **0.62**, característica de suelos pedregosos o gravosos, de textura media y no calcáreos.

Calificación por uso del suelo [CAUSO]

Como parte del procedimiento para determinar la erosión eólica, se calificó el uso de suelo y vegetación en el SA a partir de la capa de uso de suelo y vegetación de INEGI serie VI para asignarle su valor de C correspondiente a cada tipo y uso [ver valores del factor C que pueden ser utilizados para estimar pérdidas de suelo (EUPS)]. Entonces, el valor de CAUSO es **0.250** puesto que solo se tiene un tipo de vegetación y uso de suelo que corresponde a Matorral desértico rosetófilo.

Finalmente, la metodología de cálculo para estimar la tasa de erosión eólica en la superficie propuesta a CUSTF se resume en el cuadro siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-54. Metodología de cálculo para estimar la tasa de erosión eólica en el sitio a CUSTF

Variable	Valor	Unidad	Fuente y justificación
Índice de agresividad del viento [IAVIE]	123.82	Adim	Fórmula
Precipitación	357.9	mm	Precipitación media del predio
Período de crecimiento	48.32	Días	Fórmula
Calificación de textura y fase [CATEX]	0.62	Adim	Suelos de textura media y no calcáreos
Calificación por uso del suelo [CAUSO]	0.250		Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino
Tasa de erosión actual	19.191	ton/ha/año	Fórmula
Superficie de CUSTF	3.447	ha	
Erosión total actual	66.15	ton/año	
Tasa de erosión potencial	67.17	ton/ha/año	El valor de CAUSO es 1 (sin vegetación)
Tasa de erosión potencial total	264.61	ton/año	Erosión total del sitio sin vegetación

La caracterización del sitio propuesto a CUSTF de acuerdo a la degradación del suelo por efecto de la erosión eólica está definida como **LIGERA** por tener un valor de **19.2 ton ha⁻¹ año⁻¹** de acuerdo a la clasificación del INE (1988) como se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-55. Clase de degradación para erosión eólica (INE, 1988).

Rango (ton/ha/año)	Categoría de degradación	Valor
< 12	Sin erosión	1

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

12 – 50	Ligera	2
50 – 100	Moderada	3
100 – 200	Alta	4
> 200	Muy alta	5

IV.2.1.7. Hidrología

Las regiones hidrológicas que influyen en el territorio del estado de Durango son: 10 (Sinaloa), 11 (Presidio-San Pedro), 12 (Lerma – Santiago), 24 (Bravo – Conchos), 35 (Mapimí), 36 (Nazas – Aguanaval) y 37 (El Salado). De acuerdo a la clasificación hidrológica del Sistema Nacional de Información del Agua (CONAGUA, 2017), el área de influencia se ubica dentro del contexto hidrológico que se detalla en el cuadro siguiente:

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-56. Ubicación del AI en el sistema hidrológico nacional.

Región hidrológica	Nazas Aguanaval [RH36]
Cuenca	Río Nazas-Rodeo [B]
Subcuenca	R. Nazas – Rodeo (a) A. de Naitcha (d)
Microcuenca	Las laborcitas de abajo Los ángeles 36-150-01-025 Tepalcateño San Luis de Cordero San José del Refugio 36-150-01-038 36-150-01-040 36-150-01-041 Diez de abril Nazas Rodeo Eufemio Zapata Benito Juárez Trincheras de arriba

La ubicación del SA en el contexto hidrológico con mayor detalle se muestra en los planos del Anexo 3.1 a y b.

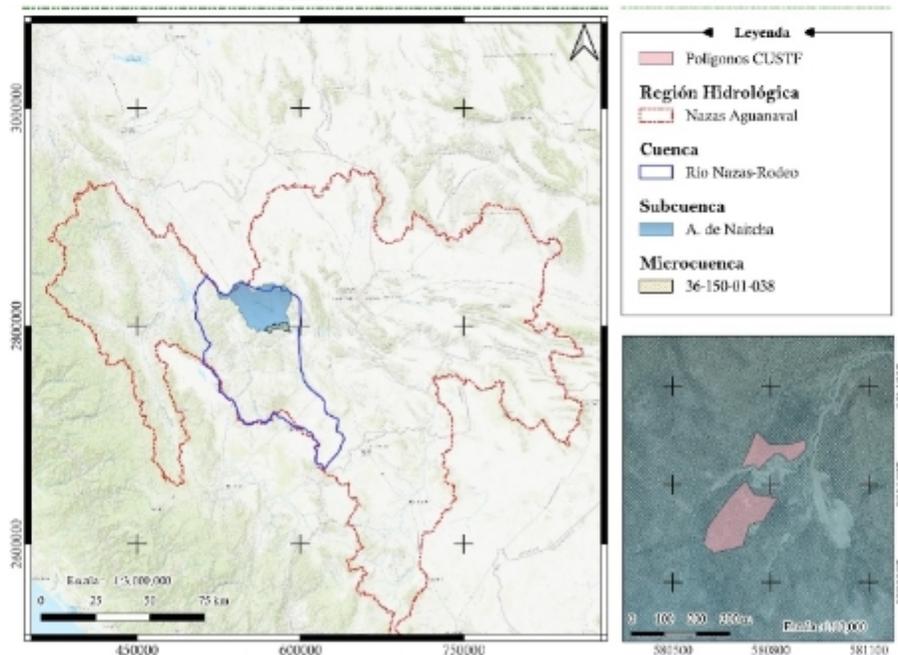


Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-12. Ubicación del SA en el contexto hidrológico.

IV.2.1.7.1. Hidrología superficial y subterránea

La hidrología superficial está íntimamente ligada al régimen hidrológico del río Nazas, que históricamente ha sido la principal fuente de recarga tanto superficial como subterránea para la región. El río Nazas y sus afluentes, que incluyen arroyos temporales y canales de riego, recogen agua principalmente durante la temporada de lluvias, la cual se infiltra en el suelo y recarga el acuífero.

La zona se caracteriza por un clima semiárido, con precipitaciones escasas y concentradas en cortos periodos, lo que implica que gran parte del año el flujo superficial es mínimo o nulo. La recarga natural del acuífero es complementada por la percolación de agua de escorrentía, aunque esta se ha visto disminuida debido a la alta evapotranspiración y la captación de agua para la agricultura, que es la principal actividad económica en la región.

El uso intensivo del agua para el riego ha generado una sobreexplotación del acuífero, reduciendo los niveles freáticos y provocando la pérdida de cuerpos de agua superficiales que anteriormente alimentaban el sistema. Además, la construcción de presas y otras infraestructuras ha alterado el flujo natural del río, limitando la cantidad de agua que llega al acuífero y modificando los patrones de recarga superficial. En consecuencia, el acuífero ha experimentado una disminución en la disponibilidad de agua, lo que pone en riesgo tanto el abastecimiento de agua para uso humano como la sostenibilidad de las actividades agrícolas en la región. Hidrología subterránea

Según las cartas de aguas subterráneas de la CONAGUA, el sitio se localiza en el **acuífero Nazas** y para la parte alta corresponde a 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 la región del acuífero 1025 Nazas Durango existe un aprovechamiento intensivo de agua subterránea. Esta extracción se realiza principalmente para satisfacer la demanda de agua en la agricultura, que es la actividad económica predominante en la zona, así como para el abastecimiento de agua potable a las poblaciones locales. La sobreexplotación del acuífero ha generado una disminución significativa en los niveles freáticos, lo que ha reducido la disponibilidad de agua subterránea y ha afectado la calidad del recurso hídrico. Esta situación ha incrementado la presión sobre el acuífero, ya que la recarga natural, influenciada por la hidrología superficial, no es suficiente para reponer el agua extraída, poniendo en riesgo la sostenibilidad del recurso a largo plazo.

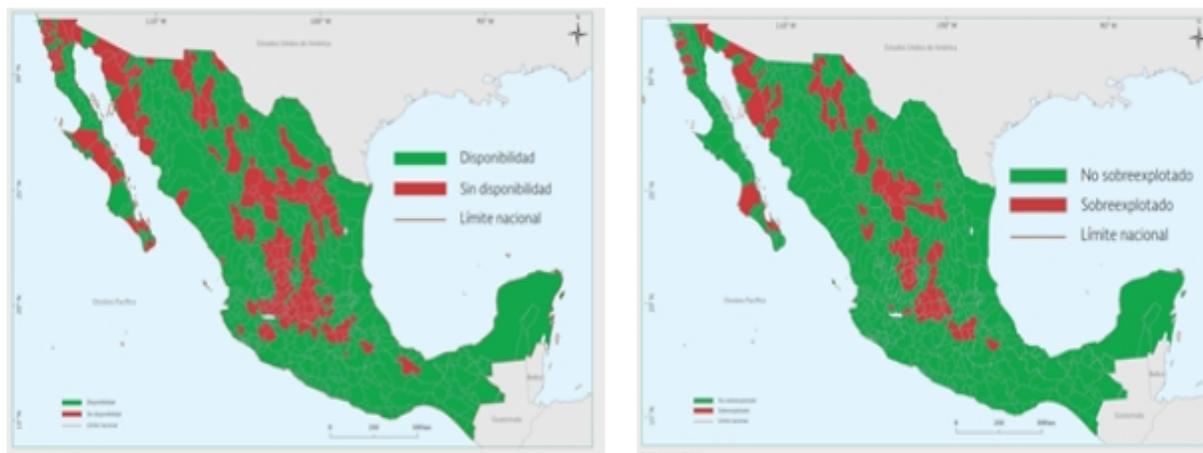


Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-13. Acuíferos con publicación de disponibilidad en el DOF, (2014); Condición de los acuíferos, (2014).

Para fines de la administración del agua subterránea, el país se ha dividido en 653 acuíferos, cuyos nombres oficiales fueron publicados en el DOF el 5 de diciembre de 2001. A partir de esa fecha se inició un proceso de delimitación, estudio y determinación de la disponibilidad media anual de los acuíferos.

El **SA, AI** y el **sitio** se encuentran dentro de la zona de captación de los acuíferos **Nazas (1025)**, el cual figuran como acuíferos de condiciones de déficit.

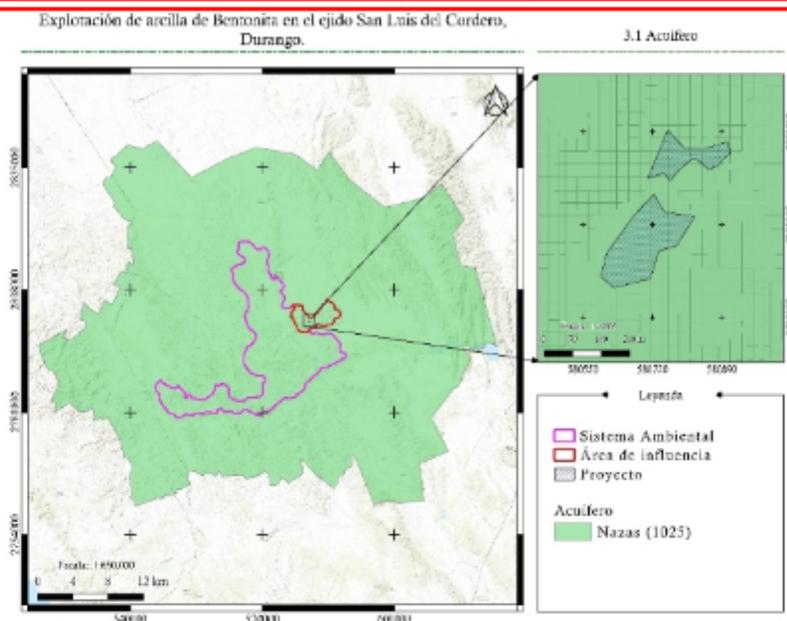


Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-14. Ubicación del SA respecto a la delimitación de los acuíferos.

Otro factor importante que considerar es la sobreexplotación de acuíferos; de acuerdo con los resultados de los estudios recientes de la CONAGUA, se define si los acuíferos se consideran sobreexplotados o no, en función de la relación extracción/recarga; en este sentido, el aprovechamiento del agua se da a nivel superficial y subterráneo, por lo que se puede establecer que existe extracción que afecte directamente la recarga de los mantos acuíferos. Sin embargo, el desarrollo del proyecto no compromete la recarga del acuífero.

IV.2.1.7.2. Calidad del recurso hídrico

Un aumento en la **Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)** indica una disminución en la cantidad de oxígeno disuelto en el agua y se expresa en miligramos de **oxígeno** diatómico por litro (mg O_2/l), indispensable para que se mantenga la vida en los ecosistemas acuáticos. Los valores más altos de DBO_5 se encuentran en zonas altamente pobladas. La clasificación de la CONAGUA para las diferentes categorías de DBO_5 son: excelente ($DBO_5 \leq 3$), buena calidad ($DBO_5 > 3 \leq 6$), aceptable ($DBO_5 > 6 \leq 30$), contaminada ($DBO_5 \geq 30 \leq 120$) y fuertemente contaminada ($DBO_5 \geq 120$).

En el SA se cuenta con **un** punto de muestreo de la variable DBO_5 cuya categoría es **excelente** en el sitio Agustín Melgar.

La **demanda química de oxígeno (DQO)** es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios **químicos** que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de **oxígeno** diatómico por litro (mg O_2/l). La clasificación de la CONAGUA para las diferentes categorías de DQO son: excelente ($DQO \leq 10$), buena calidad ($DQO > 10 \leq 20$), aceptable ($DQO > 20 \leq 40$), contaminada ($DQO > 40 \leq 200$) y fuertemente contaminada ($DQO > 200$).

En el SA se cuenta con **un** punto de muestreo de la variable DQO cuya categoría es **excelente** para el sitio Agustín Melgar.

Sólidos suspendidos totales o Total de sólidos en suspensión (**SST**), es la cantidad de sólidos que el agua conserva en suspensión después de 10 minutos de asentamiento. La clasificación de la CONAGUA para las diferentes categorías de SST es: excelente ($SST \leq 25$), buena calidad ($SST > 25 \leq 75$), aceptable ($SST > 75 \leq 150$), contaminada ($SST > 150 \leq 400$) y fuertemente contaminada ($SST > 400$).

En el SA se cuenta con un punto de muestreo de la variable SST cuya categoría es **excelente** para el sitio Agustín Melgar. Como se muestra en la figura siguiente.

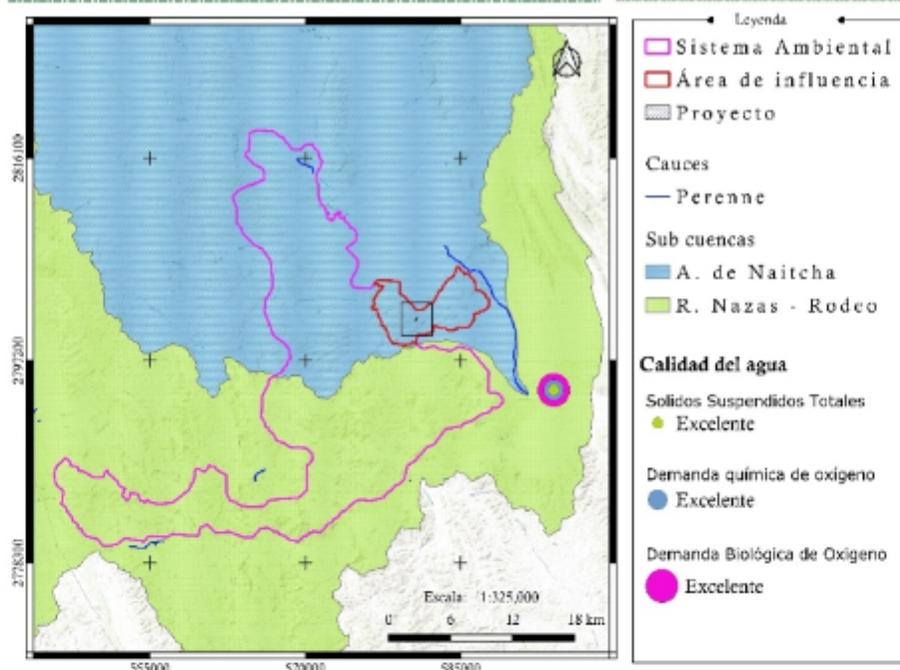


Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-15. Calidad del agua en el contexto hidrológico local.

IV.2.2. Aspectos bióticos

IV.2.2.1. Vegetación

IV.2.2.1.1. Tipos de vegetación

De acuerdo con la clasificación de la carta de uso de suelo y vegetación serie VII escala 1: 250 000 y la guía para su interpretación (INEGI, 2016), en el **Sistema Ambiental** pueden distinguirse 16 tipos de vegetación, y 3 tipos de agrosistemas, además, se tiene áreas de uso urbano construido, sin vegetación o desprovistas de vegetación y cuerpos de agua.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-57. Tipos de vegetación del SA.

Clave	Tipo de vegetación / uso del suelo	Superficie (ha)	Superficie (%)
AH	Asentamientos humanos	49.9	0.1
MC	Matorral crasicaule	475.1	0.9
MDM	Matorral desértico micrófilo	13,666.7	24.8
MDR	Matorral desértico rosetófilo	33,389.9	60.5
MKX	Mezquital xerófilo	390.8	0.7
MSM	Matorral submontano	3,210.3	5.8
PN	Pastizal natural	456.5	0.8
RA	Agricultura de riego anual	86.0	0.2
RAP	Agricultura de riego anual y permanente	7.2	0.0
RSP	Agricultura de riego semipermanente y permanente	17.4	0.0
TA	Agricultura de temporal anual	2,173.2	3.9
VSa/MDM	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	397.4	0.7
VSa/MDR	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo	862.2	1.6
TOTAL		55,182.7	100.0

Los grupos de vegetación se distribuyen en el SA en función de la altitud, temperatura y humedad principalmente. El **matorral desértico rosetófilo y micrófilo** ocupan gran parte de la superficie del SA, mientras que los demás grupos de

vegetación y los agrosistemas se distribuyen de manera aleatoria adyacentes a los asentamientos humanos. La distribución de los tipos de vegetación y uso de suelo se muestra en el plano del **Anexo 4.1**.

IV.2.2.1.2. Tipos de vegetación y su distribución

Matorral crasicaule (MC). Es un tipo de vegetación que se encuentra en regiones áridas y semiáridas de México y América del Norte. Se caracteriza por tener arbustos y plantas de hoja perenne, con raíces profundas y resistentes a la sequía. Su nombre proviene de la palabra "craso", que significa grueso, en referencia a las hojas suculentas y carnosas de las plantas que componen este tipo de matorral. Además, el Matorral Crasicaule es un hábitat importante para muchas especies de animales, incluyendo aves, reptiles y mamíferos, y es considerado un ecosistema clave para la conservación de la biodiversidad en las regiones donde se encuentra. También se menciona cuando, Tipo vegetativo dominado en forma fisonómica por cactáceas grandes con tallos aplanados o cilíndricos, se desarrolla principalmente en las zonas áridas y semiáridas del país. Incluye las comunidades conocidas como nopaleras y cardonales.

Matorral desértico micrófilo (MDM). Es un tipo de vegetación descrita por Rzedowski (1978), presente en el ecosistema llamado matorral xerófilo, compuesto de plantas suculentas y generalmente espinosas; cuyas hojas están dispuestas en roseta, acaule o estípites que constituyen una alfombra discontinua, los géneros representativos son: *Agave*, *Hechtia*, *Dasyllirion* y *Yucca*. Está compuesto por árboles y subarbustos acaules como: Lechuguilla *Agave lechuguilla*, Rabo de León *Agave stricta*, Guapilla *Hechtia glomerata*, Yucas *Yucca filifera*, *Yucca carnerosana* y *Yucca decipiens*. Gobernadora *Larrea tridentata*, *Viguiera stenoloba* y *Ocotillo Fouquieria splendens*. En México, el Matorral desértico rosetófilo cubre 102,146 km², que equivale al 5.20% del territorio nacional.

Matorral desértico rosetófilo (MDR). Es un tipo de vegetación característico de zonas áridas y semiáridas, principalmente en el norte de México. Se distingue por la predominancia de plantas con hojas en forma de roseta, adaptadas a condiciones de sequía extrema. Estas plantas suelen tener hojas gruesas y suculentas, como las agaváceas y las cactáceas, que les permiten almacenar agua y reducir la transpiración. El matorral desértico rosetófilo presenta una estructura abierta, con escasa cobertura vegetal, lo que favorece la infiltración del agua en el suelo y reduce la competencia por recursos entre las especies vegetales.

Mezquital xerófilo (MKX). Es un tipo de vegetación que se desarrolla en regiones áridas y semiáridas, caracterizado por la dominancia del mezquite (*Prosopis* spp.), un árbol o arbusto de porte bajo y mediano que está bien adaptado a las condiciones de sequía. Este tipo de vegetación es común en el norte y centro de México, en suelos pobres y con baja disponibilidad de agua. Las especies acompañantes suelen ser otras plantas xerófilas, como cactáceas, arbustos espinosos y gramíneas de crecimiento lento. El mezquital xerófilo tiene una estructura abierta, lo que permite la penetración de luz solar hasta el suelo, favoreciendo la existencia de un sotobosque ralo y la diversidad de especies adaptadas a ambientes secos.

Matorral submontano (MSM). Es un tipo de vegetación que se encuentra en las laderas y estribaciones de montañas, principalmente en regiones semiáridas del noreste de México. Se caracteriza por una mezcla de arbustos, pequeños árboles, y plantas herbáceas adaptadas a condiciones de moderada aridez, pero con mayor disponibilidad de agua que en los matorrales desérticos. Las especies típicas incluyen encinos pequeños, chaparros, y arbustos como el huizache (*Acacia* spp.) y la gobernadora (*Larrea tridentata*). Este matorral presenta una mayor densidad y diversidad de especies en comparación con los matorrales más secos, y su estructura es más cerrada, lo que contribuye a la retención de suelo y agua, además de proporcionar hábitat para una diversidad de fauna adaptada a estas condiciones intermedias entre el desierto y los bosques montanos.

Pastizal natural (PN). Es un tipo de vegetación caracterizado por la dominancia de gramíneas perennes, que forman extensas áreas abiertas con escasa presencia de árboles y arbustos. Este tipo de vegetación es común en regiones semiáridas y templadas, como las grandes planicies del norte de México y el suroeste de Estados Unidos. Las especies de gramíneas en los pastizales naturales están adaptadas a condiciones de sequía y fluctuaciones estacionales en la disponibilidad de agua. Estos ecosistemas son importantes para la ganadería extensiva y albergan una gran diversidad de flora y fauna, incluyendo herbívoros como el venado cola blanca y diversas especies de aves. Los pastizales naturales también desempeñan un papel crucial en la conservación del suelo y la regulación del ciclo del agua en estas regiones.

Agricultura de Temporal (TA). Son áreas destinadas al cultivo de granos (maíz y frijol) principalmente, pero también se pueden encontrar áreas para el cultivo temporal de avena, alfalfa, etc.

Agricultura de riego anual (RA). Son aquellos que su período vegetativo es menor a 12 meses y requieren de una nueva siembra para la obtención de cosecha. Estos se concentran en dos periodos productivos, Primavera/Verano y Otoño/Invierno.

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

Otro concepto importante de la descripción de los tipos de vegetación es la referencia a los distintos estados sucesionales de la vegetación natural y considera los criterios siguientes:

- **Vegetación primaria:** Es aquella en la que la vegetación no presenta alteración significativa o la degradación no es tan manifiesta.
- **Vegetación secundaria:** Cuando un tipo de vegetación es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales el resultado es una comunidad vegetal significativamente diferente a la original y con estructura y composición florística heterogénea.

A nivel **AI** los tipos de uso de suelo y vegetación que se presentan son los siguientes.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-58. Tipos de vegetación del AI

Clave	Tipo de vegetación / uso del suelo	Superficie (Ha)	Superficie %
MDM	Matorral desértico micrófilo	418.6	10.2
MDR	Matorral desértico rosetófilo	2,901.4	70.4
RA	Agricultura de riego anual	6.2	0.2
TA	Agricultura de temporal anual	270.2	6.6
VSa/ MDM	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	116.5	2.8
VSa/MDR	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo	407.9	9.9
TOTAL		4,120.81	100.0

Para mayor detalle se puede consultar el **Anexo 4.1** en donde se describen las características de la vegetación, en función del uso de suelo y vegetación para el SA y el AI.

IV.2.2.2 Características de la vegetación

La vegetación del sistema ambiental, adaptada a los ecosistemas de matorral desértico micrófilo y rosetófilo, se organiza en cuatro estratos principales: i) vegetación **arbórea** y **arbustiva** dominante, compuesta por especies características como *Larrea tridentata* (gobernadora) y *Prosopis glandulosa* (mezquite), presentes en suelos someros y de baja disponibilidad de agua; ii) vegetación **herbácea** dispersa, integrada por gramíneas y especies anuales que emergen estacionalmente en áreas con acumulación de suelo fino; iii) vegetación **rosetófila**, representada por *Agave lechuguilla* (lechuguilla) y *Yucca spp.* (yucas), adaptadas a suelos pedregosos o calichales; y iv) vegetación **cactácea**, como *Opuntia spp.* (nopales) y *Ferocactus spp.* (biznagas), que se desarrollan en los estratos bajos de todo el sistema ambiental. El componente florístico fue identificado mediante muestreos de campo y las principales especies en función de su abundancia y distribución son las siguientes.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-59. Especies identificadas en el sistema ambiental.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059	OBSERVACIÓN
Arbóreo			

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

<i>Prosopis glandulosa</i>	Mezquite		Nativa
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache		Nativa
<i>Parkinsonia microphylla</i>	Palo verde		Nativa
<i>Celtis pallida</i>	Granjeno		Nativa
<i>Chilopsis linearis</i>	Mimbres		Nativa
<i>Condalia hookeri</i>	Vara dulce		Nativa
<i>Geoffroea decorticans</i>	Chañar		Nativa
<i>Quercus pringlei</i>	Encino de matorral		Endémica
<i>Eysenhardtia polystachy</i>	Palo dulce		Nativa
<i>Celtis laevigata</i>	Palo blanco		Nativa
Arbustivo			
<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora		Nativa
<i>Jatropha dioica</i>	Sangre de drago		Nativa
<i>Euphorbia antisyphilitica</i>	Candelilla		Nativa
<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo		Nativa
<i>Prunus fasciculata</i>	Almendra del desierto		Nativa
<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Gatuño		Nativa
<i>Pickeringia montana</i>	Chicharo de chaparral		Nativa
<i>Flourensia cernua</i>	Hojasén		Nativa
<i>Dasyliirion cedrosanum</i>	Sotol del desierto	Pr	Endémica
<i>Dasyliirion wheeleri</i>	Sotol		Nativa
<i>Prunus fremontii</i>	Prunus fremontii		Nativa
<i>Viguiera stenoloba</i>	Goldeneye		Nativa
<i>Senna wislizeni</i>	Cenizo		Nativa
<i>Ephedra trifurca</i>	Cola e zorra		Nativa
Herbácea			
<i>Bouteloua gracilis</i>	Zacate navajilla		Nativa
<i>Bouteloua curtipendula</i>	Zacate banderilla		Nativa
<i>Muhlenbergia porteri</i>	Zacate chino		Nativa
<i>Hilaria mutica</i>	Zacate salado		Nativa
<i>Setaria macrostachya</i>	Zacate cola de zorra		Introducida
<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	Malvilla		Nativa
<i>Euphorbia heterophylla</i>	Lechera		Nativa
<i>Aristida adscensionis</i>	Tres aristas		Introducida
<i>Tridens muticus</i>	Zacate mudo		Nativa
<i>Panicum obtusum</i>	Zacate buffelillo		Nativa
<i>Lippia graveolens</i>	Orégano silvestre		Nativa
<i>Chamaesyce albomarginata</i>	Lechuguilla blanca		Nativa
<i>Parthenium argentatum</i>	Guayule		Nativa
<i>Malva parviflora</i>	Malva		Introducida
Rosetáceo			
<i>Agave lechuguilla</i>	Maguey lechuguilla		Nativa
<i>Yucca filifera</i>	Izote		Endémica
<i>Yucca decipiens</i>	Palma china		Endémica
<i>Yucca elata</i>	Yucca		Nativa

Cactáceo		
<i>Coryphantha cornifera</i>	Biznaga partida de Durango	Endémica
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardenche	Nativa
<i>Echinocereus enneacanthus</i>	Alicoche real	Nativa
<i>Echinomastus durangensis</i>	Biznaga bola de Lau	A Endémica
<i>Glandulicactus uncinatus</i>	Biznaga uña de gato	A Nativa
<i>Opuntia leucotricha</i>	Nopal Duraznillo	Endémica
<i>Opuntia engelmannii</i>	Nopal rastroero	Nativo
<i>Opuntia robusta</i>	Nopal cardón	Endémica

El estado de conservación de la vegetación se considera estable en las áreas dominadas por matorral desértico micrófilo y rosetófilo, por la baja perturbación antropogénica en el sistema ambiental. Sin embargo, en las asociaciones vegetales que se encuentran próximas a los asentamientos urbanos, se observa una presión significativa. Esta presión está relacionada con actividades antropogénicas como el sobrepastoreo, expansión agrícola y el uso no planificado de los recursos naturales, lo que podría generar un impacto negativo en la diversidad florística y los procesos ecológicos locales si no se toman medidas de manejo adecuadas. Para la caracterización de la vegetación, se consultaron las fuentes siguientes.

- Plataforma: <https://enciclovida.mx/>
- La biodiversidad en Durango: Estudio de Estado en su primera edición (2017).
- Plataforma *NaturaLista* de la CONABIO [<https://www.biodiversidad.gob.mx/cienciaciudadana/naturalista>].
- Estudio regional

Adicionalmente, se realizaron recorridos de campo y se levantó información de **8 sitios** de muestreo, permitiendo validar y reforzar la información recopilada, así como registrar aquellas especies cuyas poblaciones son reducidas en número, cobertura y distribución.

IV.2.2.3. 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. Las especies que presentan estas características son las siguientes.

- ***Prosopis glandulosa*** tiene importancia económica por su madera resistente, utilizada en muebles y construcción; sus vainas comestibles, que se emplean en harinas y alimentos; y como forraje para ganado en zonas áridas. También se usa para la producción de carbón y leña, y en proyectos de restauración ecológica debido a su capacidad para fijar nitrógeno y soportar condiciones extremas.
- ***Acacia farnesiana*** tiene importancia económica por sus múltiples usos: su madera se utiliza en la fabricación de muebles y artesanías, mientras que sus flores son empleadas en la producción de perfumes debido a su fragancia. Además, sus vainas sirven como forraje para el ganado y la planta se utiliza en la restauración ecológica y control de erosión en zonas áridas.
- ***Parkinsonia microphylla*** tiene importancia económica principalmente por su uso como forraje para el ganado en regiones áridas, y por su madera, que es aprovechada en la construcción y para la fabricación de carbón. Además, se utiliza en proyectos de restauración ecológica debido a su resistencia a la sequía.
- ***Chilopsis linearis*** tiene una importancia económica moderada. Su madera se utiliza en la fabricación de muebles y artesanías, y sus flores son valoradas por su belleza en jardinería ornamental. Además, se emplea en la restauración ecológica debido a su resistencia a la sequía y su capacidad para mejorar el paisaje en zonas áridas.
- ***Quercus pringlei*** tiene importancia económica principalmente por su madera, que es valorada en la construcción, la fabricación de muebles y la producción de carbón. Además, sus frutos son una fuente de alimento para la fauna silvestre, lo que puede ser relevante en el manejo forestal y la conservación de ecosistemas.
- ***Prunus fremontii*** tiene importancia económica moderada. Su madera es utilizada en la fabricación de muebles y artículos de carpintería, mientras que sus frutos, aunque pequeños, son comestibles y en algunas

regiones se emplean para hacer mermeladas o dulces. Además, se valora en jardinería ornamental por su floración.

- ***Celtis laevigata*** tiene importancia económica principalmente por su madera, que es utilizada en la fabricación de muebles, carpintería y en la producción de papel. Además, sus frutos son comestibles y sirven de alimento para la fauna, lo que contribuye a la biodiversidad en los ecosistemas donde crece. También se usa en jardinería ornamental.
- ***Agave lechuguilla*** tiene una gran importancia económica, especialmente en la producción de fibras resistentes, que se utilizan para la fabricación de cuerdas, esteras y otros productos artesanales. Además, sus hojas se emplean en la elaboración de productos como pulque y otros derivados. Su aprovechamiento en la industria de la agave tiene relevancia en las regiones áridas, donde es una fuente importante de recursos.
- ***Larrea tridentata*** tiene importancia económica en la medicina tradicional, donde sus extractos se utilizan para tratar diversas afecciones. Además, se emplea en la industria cosmética por sus propiedades antimicrobianas y antioxidantes. También juega un papel en la restauración ecológica y control de erosión en áreas áridas, debido a su resistencia a la sequía.
- ***Euphorbia antisiphilitica*** tiene una gran importancia económica, especialmente en la industria de la cera. La cera extraída de sus tallos es utilizada en la fabricación de cosméticos, productos farmacéuticos, velas y en la industria automotriz. Además, se utiliza en la producción de resinas y como fuente de forraje en algunas regiones áridas.
- ***Parthenium argentatum*** tiene una importancia económica considerable. Se utiliza principalmente en la producción de caucho natural, ya que sus raíces contienen una goma que puede ser procesada como sustituto del látex. Además, tiene aplicaciones en la industria farmacéutica, y se está investigando su uso en la producción de biocombustibles y otros productos industriales.
- ***Yucca elata*** tiene importancia económica por sus fibras, que se utilizan en la fabricación de cuerdas, esteras y otros productos artesanales. Además, sus raíces se emplean en algunas regiones para obtener jabón natural. Es también valorada en jardinería ornamental debido a su resistencia a la sequía y su atractiva apariencia en paisajismo de zonas áridas.
- ***Dasyliirion wheeleri*** tiene una considerable importancia económica. Se utiliza principalmente para la producción de **sotol**, una bebida alcohólica tradicional similar al tequila, que se elabora a partir de su piña. Además, sus fibras son empleadas en la fabricación de productos como esteras y cuerdas. También tiene aplicaciones en la jardinería ornamental debido a su resistencia a la sequía y su estética atractiva.
- ***Lippia graveolens*** tiene una importante relevancia económica, especialmente en la industria alimentaria como especia, donde se utiliza para dar sabor a diversos platillos. Además, se emplea en la medicina tradicional por sus propiedades antimicrobianas y digestivas. También tiene aplicaciones en la elaboración de aceites esenciales utilizados en la cosmética y la aromaterapia.

IV.2.2.4. Especies endémicas y/o en peligro de extinción

En relación con las especies reportadas en la NOM-059, en el sitio del cambio de uso de suelo no se identificaron especies dentro de la categoría, sin embargo, en el sistema ambiental se pueden identificar las siguientes:

NÚMERO	TIPO	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTATUS EN LA NOM-059
1	Cactáceo	Cactaceae	<i>Echinomastus durangensis</i>	Biznaga bola de Lau	A
2	Cactáceo	Cactaceae	<i>Glandulicactus uncinatus</i>	Biznaga uña de gato	A
3	Arbustivo	Asparagaceae	<i>Dasyliirion cedrosanum</i>	Sotol del desierto	Pr

En el **Anexo 4.1** se presenta la distribución de los tipos de vegetación y uso de suelo en el sistema ambiental.

IV.2.2.5. Análisis de la diversidad vegetal

Densidad relativa

La densidad está dada por el número de individuos de una especie o de todas las especies dividido por la superficie muestreada.

$$D = n * 10,000 / m$$

donde: **D** = densidad (árboles / ha); **n** = número de individuos encontrados en la muestra; **m** = superficie de muestreo (m²).

La densidad relativa permite definir la abundancia de una determinada especie vegetal, ya que considera el número de individuos de una especie con relación al total de individuos de la población, expresa la proporción del número total de individuos de una especie por unidad de superficie.

$$DR = \frac{D_{ij}}{\sum_j D_{ij}} * 100$$

donde: **DR** = densidad relativa (%); **D_{ij}** = densidad para cada una de las especies **i** en el estrato **j**.

Dominancia relativa

La dominancia relativa se define como el porcentaje de biomasa (área basal o cobertura) que aporta una especie. Se expresa por la relación entre el área basal o cobertura del conjunto de individuos de una especie y el área muestreada. También es denominada grado de cobertura de las especies, es la expresión del espacio ocupado por ellas. Se define como la suma de las proyecciones horizontales de los individuos sobre el suelo. La dominancia relativa se calcula como la proporción de una especie en el área total evaluada.

$$DO = \frac{Da_{ij}}{\sum_j Da_{ij}} * 100$$

donde: **DO** = dominancia relativa (%); **Da** = área basal para la especie **i** en el estrato **j**.

Frecuencia relativa

La frecuencia permite conocer el número de veces que se presenta una especie en un determinado muestreo. En ecología se expresa como la proporción de parcelas en las que está presente un individuo de una especie en particular.

$$Fa = x * n_i$$

donde: **Fa** = frecuencia; **x** = número de veces que aparece la especie (**n**) en el estrato **j**.

La frecuencia relativa es la probabilidad promedio de encontrar por lo menos un individuo de una especie particular en el total de las unidades de muestreo.

$$FR = \frac{Fa_{ij}}{\sum_j Fa_{ij}} * 100$$

donde: **FR** = frecuencia relativa (%); **Fa** = frecuencia de la especie **i** en el estrato **j**.

Índice de valor de importancia

El Índice de Valor de Importancia (IVI) define cuáles de las especies presentes contribuyen en mayor o menor medida en la estructura de la comunidad. Las especies que tienen el IVI más alto significa, entre otras cosas, ser dominantes ecológicamente en el sitio, que absorbe muchos nutrientes, que ocupa mayor espacio físico, que controla en un porcentaje alto la energía que llega a este sistema. Este índice sirve para comparar el peso ecológico de cada especie dentro del ecosistema. Su valor se obtiene mediante la sumatoria de la frecuencia relativa, densidad relativa y dominancia relativa.

$$IVI = DR + Do + FR$$

donde: **IVI** = índice de valor de importancia (%); **DR** = densidad relativa (%); **Do** = dominancia relativa (%); **FR** = frecuencia relativa (%).

El valor de importancia se mide en una escala que va de 0 a 300 y la especie es más dominante en una comunidad en la medida que sea mayor su valor de importancia. Con la obtención del IVI a través de la integración de los valores relativos para cada especie, es posible inferir el desarrollo, la ecología y adaptación de esa especie dentro de una comunidad determinada.

Índices de diversidad y riqueza de especies

La diversidad de la flora fue analizada con el índice de Shannon-Weaver (H'), el cual se basa en la proporción numérica de los individuos de una determinada especie respecto al total presente en la comunidad. La expresión de este índice es la siguiente (Shannon-Weaver, 1949).

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

donde: s = número de especies, pi = proporción de individuos de la especie i y ln = logaritmo natural.

Otro índice considerado es Simpson (D), el cual se basa en la dominancia (pi) o inverso de la equidad de una comunidad. Toma en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies. Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. El valor de este índice varía de 0, para una comunidad con una sola especie, hasta 1 para una comunidad en que cada individuo pertenece a una especie diferente (Zavala, 1984), por lo tanto, este índice indica la probabilidad que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a especies distintas. La expresión es la siguiente (Simpson, 1949).

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s (pi)^2$$

dónde: pi = abundancia proporcional de la especie i

Para medir la riqueza específica de las comunidades se utilizó los índices de Menhinick (1964) [R] y Margalef (1958) [D_m] con las expresiones siguientes (Magurran, 2004).

$$R = \frac{S}{\sqrt{N}} ; D_m = \frac{S-1}{\ln(N)}$$

dónde: S = número de especies o riqueza de especies; N = número total de individuos

Además, la máxima diversidad (H' max) se evaluó con el logaritmo natural de S y la equidad (J) se estimó con el índice de Pielou's evenness (1969); $J = S / \ln(H')$.

Con la información de los sitios de muestreo en el sistema ambiental, la diversidad, riqueza y abundancia de la vegetación por estrato se describe en el cuadro siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-60. Valor de importancia ecológica e índices de riqueza y diversidad de las especies en el sitio.

Estrato	Especie	INDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA						INDICE DE DIVERSIDAD Y RIQUEZA					
		COB	N	DEN	DOM	FRE	VI [%]	S	D_m	D	H'	H' Max	J
Cactáceo	<i>Coryphantha cornifera</i>	0.02	1	0.6	0.2	4.3	5.1	7	1.13	0.61	1.19	1.95	0.61
	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	7.2	108	53.8	51.6	30.4	135.8						
	<i>Echinocereus enneacanthus</i>	0.8	61	30.6	5.6	17.4	53.7						
	<i>Opuntia leucotricha</i>	0.4	4	1.9	2.6	13.0	17.5						
	<i>Opuntia robusta</i>	5.0	16	8.1	35.8	17.4	61.3						
	<i>Echinomastus durangensis</i>	0.5	6	3.1	3.7	8.7	15.6						
	<i>Glandulicactus uncinatus</i>	0.1	4	1.9	0.5	8.7	11.0						
Herbáceo	<i>Euphorbia antisiphilitica</i>	0.8	39	100.0	100.0	100.0	300.0	2	0.26	0.33	0.51	0.69	0.73
	<i>Parthenium argentatum</i>	0.6	10	25.8	77.3	50.0	153.1						
Arbustivo	<i>Dasyliion cedrosanum</i>	1.0	18	2.1	3.1	6.9	12.1	9	1.24	0.59	1.15	2.20	0.52
	<i>Fouquieria splendens</i>	8.6	24	2.9	28.1	13.8	44.8						
	<i>Jatropha dioica</i>	2.5	341	41.4	8.0	24.1	73.5						
	<i>Larrea tridentata</i>	8.6	213	25.8	28.1	24.1	78.0						
	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	2.2	16	2.0	7.3	6.9	16.2						
	<i>Pickeringia montana</i>	3.0	3	0.3	10.0	6.9	17.2						
	<i>Prunus fasciculata</i>	1.9	5	0.6	6.1	6.9	13.6						

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

	<i>Prunus fremontii</i>	1.6	3	0.3	5.2	6.9	12.4						
	<i>Vachellia farnesiana</i>	14.4	6	0.8	47.2	6.9	54.9						
Árboreo	<i>Celtis laevigata</i>	2.7	49	60.0	11.0	27.3	98.3	3	0.36	0.41	0.73	1.10	0.41
	<i>Eysenhardtia polystachy</i>	2.8	206	253.8	11.4	27.3	292.5						
	<i>Prosopis laevigata</i>	5.2	23	27.7	21.1	27.3	76.1						
Rosetáceo	<i>Agave lechuguilla</i>	2367.4	409	100.0	100.0	100.0	300.0	2	0.17	0.01	0.02	0.69	0.03
	<i>Yucca decipiens</i>	0.8	1	0.3	0.0	12.5	12.8						

IV.2.2.6. Fauna

La información referente al estado actual de la fauna silvestre en los ecosistemas de matorral desértico es escasa, por lo que se llevó a cabo un diagnóstico general de las especies presentes en hábitats como lo son el matorral desértico microfilo y rosetófilo mismo que corresponde a la zona donde se localiza el sitio, además se incluyó información colectada en campo, así como encuestas testimoniales de los habitantes de la zona y la revisión bibliográfica disponible. En la actualidad en el SA se presenta una gran variedad de fauna silvestre la cual no se verá afectada directamente por las obras y actividades ya que en general la fauna ha sido desplazada de su hábitat por actividades antropogénicas hacia sitios más alejados de los centros de población.

IV.2.2.6.1. Inventario de especies de fauna silvestre reportadas o avistadas

La descripción de la fauna en el sitio y sistema ambiental se realizó de acuerdo con los cuatro grupos taxonómicos (*anfibios, reptiles, aves y mamíferos, indicadores de la calidad de hábitat de los vertebrados terrestres, porque son organismos fácilmente identificables en campo a diferencia de los invertebrados como insectos y arácnidos*), excelentes indicadores de la calidad ambiental y parte del espacio cultural, social y económico de la sociedad. Para la caracterización de la fauna se realizó una completa revisión bibliográfica para identificar y describir las principales especies que tienen su hábitat en el sistema ambiental, además, los listados encontrados fueron verificados durante transectos y muestreos de campo durante las cuatro estaciones del año. El material de apoyo utilizado en la determinación de los listados de las especies identificadas fue el siguiente:

- **Reptiles y anfibios.** Stebbins (1985) y Conant y Collins (1997).
- **Aves.** Sibley (2001), rusel y Monson (1998), Pyle (1997) y National Geographic (1987)
- **Mamíferos.** Caire (1978), Burt y Grossenheiderr (1980) y May (1981)

Otras fuentes de consulta.

- Plataforma: <https://enciclovida.mx/>
- Plataforma: <https://mexico.inaturalist.org/>
- Link: <https://www.ecologiaverde.com/flora-y-fauna-de-durango-4093.html>

Las especies de fauna reportadas y avistadas en el sistema ambiental son los siguientes.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-61. Listado de especies de fauna silvestre identificadas en el sistema ambiental.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-069	Endemismo	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical
Mamíferos										
Felidae	<i>Puma concolor</i>	Puma	Pr	No endémica	Residente	Poco común	Solitaria	Carnívora	Matorrales, bosques y zonas áridas	0-4,000 msnm
Felidae	<i>Lynx rufus</i>	Gato montés	LC	No endémica	Residente	Común	Solitaria	Carnívora	Matorrales, bosques y praderas	0-3,500 msnm
Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	LC	No endémica	Residente	Muy común	Solitaria o en grupos pequeños	Omnívora	Áreas abiertas, pastizales y matorrales	0-3,000 msnm
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	LC	No endémica	Residente	Común	Solitaria	Omnívora	Bosques templados y matorrales	0-3,000 msnm
Canidae	<i>Vulpes macrotis</i>	Zorra norteffa	LC	No endémica	Residente	Poco común	Solitaria	Omnívora	Zonas áridas y semiáridas	0-2,500 msnm
Mephitidae	<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle norteffo	LC	No endémica	Residente	Poco común	Gregaria	Omnívora	Praderas y matorrales	1,000-2,000 msnm
Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Tejón	Pr	No endémica	Residente	Común	Solitaria	Carnívora	Zonas áridas y semiáridas	1,000-3,500 msnm
Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	LC	No endémica	Residente	Común	Gregaria o solitaria	Herbívora	Bosques, matorrales y praderas	0-3,000 msnm
Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Pecari de collar	LC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Herbívora y	Bosques	0-2,000 msnm

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

								frugívora	tropicales y matorrales	
Leporidae	<i>Lepus californicus</i>	Liebre cola negra	LC	No endémica	Residente	Común	Solitaria	Herbívora	Matorrales, pastizales y zonas semiáridas	0-2,000 msnm
Leporidae	<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	LC	No endémica	Residente	Muy común	Solitaria	Herbívora	Matorrales y zonas áridas	0-2,500 msnm
Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas	LC	No endémica	Residente	Común	Solitaria	Omnívora	semiáridas y bosques tropicales	0-2,000 msnm
Heteromyidae	<i>Dipodomys</i> spp.	Rata canguro	LC	No endémica	Residente	Común	Solitaria	Herbívora y granívora	Zonas áridas y matorrales	0-2,000 msnm
Sciuridae	<i>Spermophilus mexicanus</i>	Ardilla terrestre	LC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Herbívora	Pastizales y matorrales	0-3,000 msnm
Sciuridae	<i>Otospermophilus variegatus</i>	Ardilla de roca	LC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Herbívora	Áreas rocosas y matorrales	0-3,500 msnm
Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteño	LC	No endémica	Residente	Común	Solitaria	Omnívora	Bosques, matorrales y zonas urbanas	0-2,500 msnm
Phyllostomidae	<i>Choeronycteris mexicana</i>	Murciélago trompudo	Pr	No endémica	Residente	Poco común	Gregaria	Nectarívora	Zonas áridas y semiáridas	0-3,000 msnm
Molossidae	<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago mexicano de cola libre	LC	No endémica	Residente	Muy común	Gregaria	Insectívora	Zonas urbanas, bosques y matorrales	0-3,000 msnm
Reptiles y anfibios										
Leptotyphlopidae	<i>Leptotyphlops dulcis</i>	Culebrilla ciega	LC	No endémica	Residente	Poco común	Solitaria	Carnívora	Zonas áridas y semiáridas	0-1,500 msnm
Colubridae	<i>Arizona elegans</i>	Culebra brillante	LC	No endémica	Residente	Común	Solitaria	Carnívora	Matorrales y zonas áridas	0-2,000 msnm
Colubridae	<i>Pantherophis emoryi</i>	Culebra ratonera	LC	No endémica	Residente	Común	Solitaria	Carnívora	Zonas agrícolas y matorrales	0-1,800 msnm
Colubridae	<i>Masticophis flagellum</i>	Culebra chiniadora	LC	No endémica	Residente	Común	Solitaria	Carnívora	Zonas abiertas y matorrales	0-1,500 msnm
Phrynosomatidae	<i>Holbrookia maculata</i>	Lagartija sorda	LC	No endémica	Residente	Común	Solitaria	Insectívora	Zonas áridas y semiáridas	0-2,000 msnm
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus undulatus</i>	Lagartija de árbol norteño	LC	No endémica	Residente	Muy común	Solitaria	Insectívora	Bosques y matorrales	0-2,500 msnm
Crotaphytidae	<i>Gambelia wislizenii</i>	Lagartija leopardo	LC	No endémica	Residente	Poco común	Solitaria	Carnívora	Zonas áridas y semiáridas	0-1,800 msnm
Eublepharidae	<i>Coleonyx variegatus</i>	Gecko rayado	LC	No endémica	Residente	Común	Solitaria	Insectívora	Zonas áridas y semiáridas	0-1,500 msnm
Xantusiidae	<i>Xantusia vigilis</i>	Lagartija nocturna	LC	No endémica	Residente	Poco común	Solitaria	Insectívora	Zonas áridas y semiáridas	0-1,800 msnm
Viperidae	<i>Crotalus atrox</i>	Cascabel diamantado del oeste	LC	No endémica	Residente	Común	Solitaria	Carnívora	Zonas áridas y semiáridas	0-1,500 msnm
Viperidae	<i>Crotalus scutulatus</i>	Cascabel de Mojave	LC	No endémica	Residente	Poco común	Solitaria	Carnívora	Zonas áridas y semiáridas	0-1,800 msnm
Viperidae	<i>Crotalus molossus</i>	Cascabel negro	LC	No endémica	Residente	Poco común	Solitaria	Carnívora	montañas y zonas áridas	0-2,400 msnm
Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma cornutum</i>	Camaleón cornudo	Pr	No endémica	Residente	Común	Solitaria	Insectívora	Zonas áridas y semiáridas	0-1,200 msnm
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus poinsettii</i>	Lagartija espinosa del desierto	LC	No endémica	Residente	Poco común	Solitaria	Insectívora	Zonas áridas y semiáridas	0-1,200 msnm
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija espinosa común	LC	No endémica	Residente	Común	Solitaria	Insectívora	Bosques y matorrales	0-3,000 msnm
Colubridae	<i>Lampropeltis triangulum</i>	Falsa coralillo	LC	No endémica	Residente	Común	Solitaria	Carnívora	Zonas boscosas y matorrales	0-2,000 msnm
AVES										
Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguilueta cola roja	LC	No endémica	Residente	Común	Solitaria	Carnívora	Bosques, matorrales y pastizales	0-4,500 msnm
Accipitridae	<i>Aquila chrysaetos</i>	Águila real	A	No endémica	Residente	Poco común	Solitaria	Carnívora	Zonas áridas y montañas	0-3,500 msnm
Accipitridae	<i>Circus hudsonius</i>	Aguilucho norteño	LC	No endémica	Migrante invernal	Común	Solitaria	Carnívora	Zonas abiertas y húmedales	0-2,000 msnm
Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	LC	No endémica	Residente	Muy común	Solitaria	Carnívora	Zonas abiertas y bosques	0-4,500 msnm
Falconidae	<i>Circus cyaneus</i>	Circón	LC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Omnívora	Zonas abiertas y matorrales	0-2,000 msnm
Tyrannidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza de campanario	LC	No endémica	Residente	Poco común	Solitaria	Carnívora	Zonas urbanas y rurales	0-2,000 msnm
Mimidae	<i>Quicacocha Rizo Curo</i>	Toxostoma curvirostre	LC	No endémica	Residente	Poco común	Solitaria	Omnívora	Zonas urbanas y rurales	0-2,000 msnm
Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	Sinsonte norteño	LC	No endémica	Residente	Común	Solitaria	Omnívora	Áreas abiertas, arbustos y zonas urbanas	0-2,000 msnm
Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Chipe rojo	LC	No endémica	Migrante estival	Muy común	Solitaria	Insectívora	Áreas abiertas, bordes de bosques y matorrales	0-2,500 msnm
Icteridae	<i>Sturnella neglecta</i>	Pradero del oeste	LC	No endémica	Migrante estival	Común	Gregaria	Omnívora	Pastizales, praderas y zonas	0-2,000 msnm

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

Picidae	<i>Melanerpes uropygialis</i>	Carpintero del desierto	LC	No endémica	Residente	Común	Solitaria	Omnívora	agrícolas Áreas desérticas, matorrales y cactus	0-2,000 msnm
Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria dorso negro	LC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Omnívora	abiertas, matorrales y zonas de vegetación secundaria	0-2,000 msnm
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	LC	No endémica	Residente	Muy común	Gregaria	Omnívora	Áreas abiertas, zonas urbanas y campos agrícolas	0-2,000 msnm
Cardinalidae	<i>Passerina caerulea</i>	Azulejo de cabeza negra	LC	No endémica	Migrante estival	Poco común	Gregaria	Granívora	Áreas abiertas, arbores y matorrales	0-2,000 msnm
Emberizidae	<i>Ammodramus saviannarum</i>	Gorrion sabanero	A	No endémica	Migrante estival	Común	Gregaria	Granívora	Praderas abiertas y sabanas	0-2,000 msnm.
Parulidae	<i>Setophaga coronata</i>	Chipe corona amarilla	LC	No endémica	Migrante estival	Común	Solitaria	Insectívora	Bosques abiertos y zonas arbores y bosques de coníferas y áreas abiertas	0-2,600 msnm
Parulidae	<i>Vermivora luciae</i>	Chipe de Lucy	LC	No endémica	Migrante estival	Poco común	Solitaria	Insectívora	Zonas abiertas, praderas y matorrales	0-2,600 msnm
Tyrannidae	<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano occidental	LC	No endémica	Migrante estival	Común	Solitaria	Insectívora	Zonas abiertas, praderas y matorrales	0-2,000 msnm
Tyrannidae	<i>Sayornis saya</i>	Papamoscas lanero	LC	No endémica	Migrante estival	Común	Solitaria	Insectívora	Zonas abiertas, matorrales y campos	0-2,600 msnm.
Tyrannidae	<i>Empidonax difficilis</i>	Mosquero de Hammond	LC	No endémica	Migrante estival	Común	Solitaria	Insectívora	Bosques abiertos y zonas de matorrales	0-2,600 msnm
Picidae	<i>Colaptes auratus</i>	Carpintero escapolero dorado	LC	No endémica	Residente	Común	Solitaria	Omnívora	Áreas de matorrales y zonas de vegetación secundaria	0-2,600 msnm
Troglodytidae	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Chivirín bigotudo	LC	No endémica	Residente	Poco común	Solitaria	Insectívora	Matorrales desérticos y áreas rocosas	0-2,000 msnm
Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Ratona común	LC	No endémica	Residente	Común	Gregaria	Insectívora	Áreas arbores y jardines y parques	0-2,000 msnm
Trochilidae	<i>Archilochus alexandri</i>	Colibrí negro	LC	No endémica	Migrante estival	Común	Solitaria	Nectarívora	Matorrales, jardines, zonas florales y praderas	0-2,600 msnm
Trochilidae	<i>Colothorax lucifer</i>	Colibrí lucifer	LC	No endémica	Residente	Poco común	Solitaria	Nectarívora	Áreas florales, matorrales y zonas áridas	0-2,600 msnm.
Trochilidae	<i>Seiophorus platycercus</i>	Colibrí cola ancha	LC	No endémica	Residente	Común	Solitaria	Nectarívora	Zonas florales, matorrales y jardines	0-2,600 msnm
Cardinalidae	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo cabeza negra	LC	No endémica	Migrante estival	Poco común	Solitaria	Granívora	Áreas de matorrales, zonas abiertas y árboles dispersos	0-2,600 msnm
Cardinalidae	<i>Cardinalis sinuatus</i>	Cardenal desértico	A	No endémica	Residente	Común	Solitaria	Granívora	Matorrales desérticos, arbores y áreas áridas	0-2,000 msnm
Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguero menor	LC	No endémica	Migrante estival	Muy común	Gregaria	Granívora	Áreas abiertas, matorrales y campos agrícolas	0-2,600 msnm

IV.2.2.6.2. Descripción de la metodología de muestreo

La metodología para la caracterización de la diversidad y abundancia de la fauna silvestre de los 4 grupos filogenéticos (*aves, mamíferos, anfibios y reptiles*) consistió en un muestreo directo e indirecto, los muestreos directos son aquellos que se refieren a un contacto activo con el animal, ya sea avistamiento o al oído (escuchar), mostrando una evidencia de la presencia del individuo en ese lugar y en ese momento. Por su parte, los muestreos indirectos se refieren a la identificación de excretas, huellas, sitios de alimentación, madrigueras y restos óseos, entre otros. Para identificar los individuos se utilizó los transectos en línea.

Transectos de línea. Esta técnica asume que no todos los individuos serán vistos por el observador y que el número de individuos observados se incrementará con la distancia recorrida en el transecto. A diferencia del transecto de faja, en este caso su ancho se obtiene a partir de cada una de las observaciones, tomando las distancias (D) o (Y) desde el individuo a la línea recorrida. El observador debe recorrer la línea de transecto (X), contando los animales a ambos lados de la línea y registrando sin error (D) o (Y) cuando el animal es detectado.

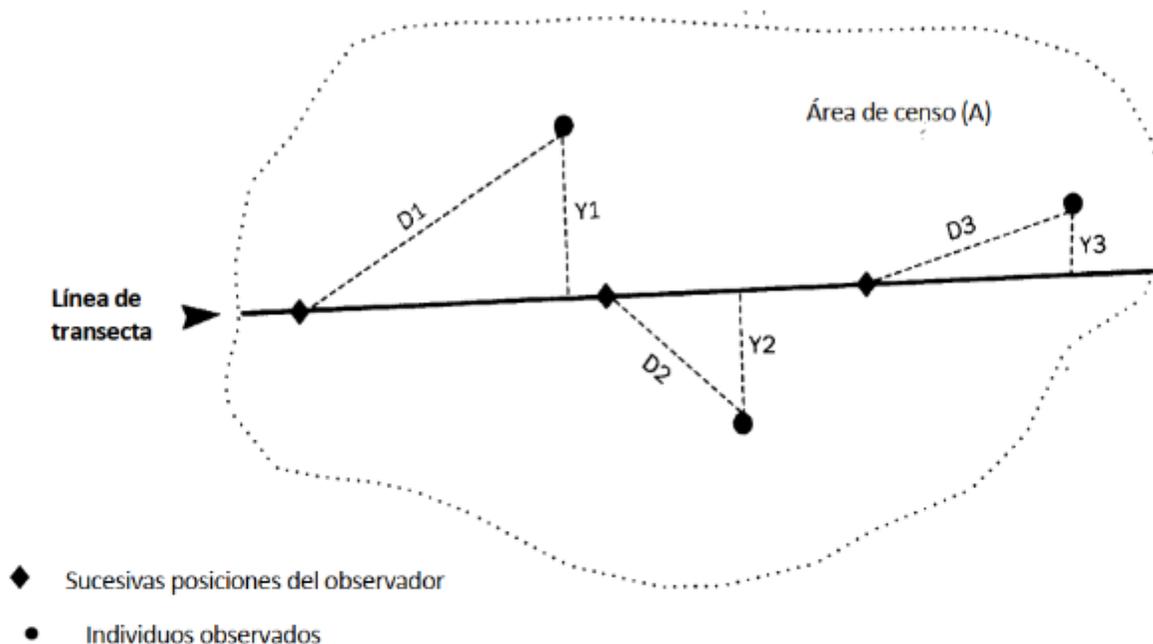


Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-16. Esquema de transecto de línea (adaptado de Rabinowitz, 2003).

Donde; D = distancia entre el observador y el individuo observado; Y = distancia perpendicular entre la línea de transecto y el individuo observado, Y = 0 si el individuo es visto sobre el transecto; X = largo del transecto; N = número de animales observados; α = ángulo entre la dirección de la línea de transecto y la línea de observación del animal.

El sistema de muestreo de las especies de fauna silvestre por grupo filogenético fue de la manera siguiente.

IV.2.2.6.2.1. Aves

La metodología para evaluar la diversidad y abundancia de especies de aves consistió en establecer puntos de observación, denominado "estación de observación", permaneciendo de 30 a 45 minutos en el sitio, la observación se inicia a las 6:30 A.M., debido a que es a partir de este horario donde inicia la actividad de las aves y la frecuencia de cantos es mayor, concluyendo a las 10:00 - 10:30 A.M., ya que después de este horario las actividades disminuyen, volviendo a realizar las observaciones en horarios vespertinos iniciando a las 16:00 horas y concluyendo a las 17:30 horas aproximadamente. Todas las aves observadas y/o identificadas por su canto o llamado se registraron en una libreta de campo, anotando la especie, distancia del avistamiento y el número de individuos por especie.

IV.2.2.6.2.2. Anfibios y reptiles

La metodología para el muestreo de reptiles y anfibios consistió en recorridos y transectos de campo en los hábitats más activos (observaciones debajo de piedras, restos vegetales y matorrales cerrados). Para cada observación, se registró en la libreta de campo la especie observada, la distancia respecto al centro del transecto, número de individuos, hora de avistamiento y hábitat ocupado.

IV.2.2.6.2.3. Mamíferos

Para el muestreo de mamíferos se recurrió al empleo de algunas técnicas indirectas como la localización e identificación de excretas, huellas, sitios de alimentación, madrigueras y restos óseos, entre otros y, eventualmente, la observación directa de ejemplares. Los muestreos se realizaron tratando de cubrir las cuatro estaciones del año donde

se realizaron transectos o recorridos previamente georreferenciados con GPS. Para la identificación de las especies se utilizó la guía de campo "Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México" así como los rangos de distribución histórica establecidos por CONABIO (2017), conjuntamente se revisó los listados de la *NOM-059* para conocer su estatus de conservación. Todas las especies observadas y/o identificadas se registraron en una libreta de campo, anotando la especie, distancia del avistamiento y el número de individuos por especie.

IV.2.2.6.2.4. Diseño de muestreo

Las características de los transectos (recorridos de campo) de muestreo de la fauna silvestre en el área de influencia regional se presentan en el cuadro siguiente:

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-62. Características de los transectos para el muestreo de la fauna silvestre en el sistema ambiental.

Característica	Transecto			
	1	2	3	4
Longitud (Km)	2.3	2.2	2.1	1.9
Fecha de muestreo	12-feb-24	25-abri-24	10-junio-24	10-diciembre-24
Tipo de vegetación	Vegetación secundaria matorral desértico microfilo	Matorral desértico rosetófilo	Matorral desértico microfilo	Vegetación secundaria matorral desértico rosetófilo
Coordenadas UTM (X)	584342.6	584291.4	585927.8	584748.3
Coordenadas UTM (Y)	2802954.2	2804351.4	2804130.8	2801982.0

Ahora bien, para el monitoreo de las aves se ubicaron estaciones de observación dentro de cada transecto, las coordenadas geográficas UTM de su localización se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-63. Estaciones de observación de las aves.

Estación de observación	Coordenadas geográficas UTM	
	X	Y
1	584113	2804353
2	584982	2803562
3	584315	2802941
4	583554	2803593
5	584074	2803915
6	578500	2804214
7	577398	2802956
8	578873	2803499
9	580301	2801124
10	581171	2801225
11	576630	2803639
12	576071	2802335
13	576040	2801776
14	576769	2800829
15	577057	2800596
16	577569	2800115
17	577002	2800138
18	576436	2801411
19	579890	2798454
20	580682	2798694

La ubicación de los transectos y estaciones de muestreo en el sistema ambiental se muestra en la figura siguiente.

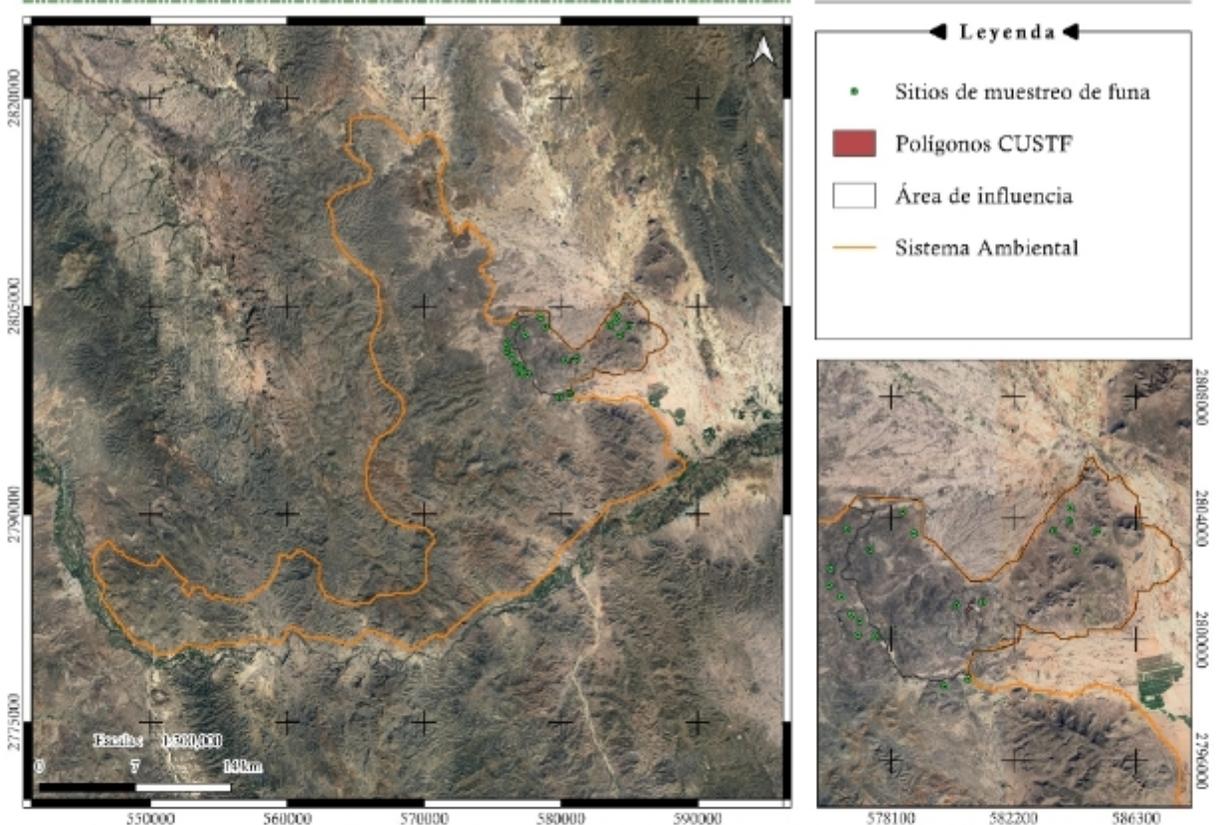


Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-17. Ubicación de los sitios de muestreo de la fauna silvestre.

IV.2.2.6.3. Análisis de la diversidad y abundancia

La densidad (cantidad de individuos por unidad espacial) de la fauna silvestre fue medida con el método de King (Gaillard y Pece, 2011)², con la expresión siguiente.

$$Densidad(D_x) = \frac{N}{2 \cdot X \cdot D_m}$$

donde: D_x = densidad de la especie (individuos por unidad de superficie), N = número de animales observados, X = longitud del transecto (km), D_m = ancho promedio del transecto (km).

La diversidad alfa (α) se estimó para cada grupo filogenético, de acuerdo con los índices de Shannon-Wiener (1949) [H'] y Simpson (1949) [D]. La riqueza específica de especies se estimó con los índices de Menhinick (1964) [R] y Margalef (1958) [D_m] (Magurran, 2004; Moreno, 2001). Además, se estimó la dominancia [Bp] a través del índice de Berger-Parker (Whittaker, 1972), que considera la importancia proporcional de las especies más abundantes y, el índice de equidad de Pielou [J] (Magurran, 1988), que mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada (H'/H'_{Max}) (Moreno, 2001). La información de los transectos de campo y la densidad de especies es la siguiente.

Tabla Error: no se encontró el origen de la referencia-1. Densidad de las especies de fauna silvestre encontradas en los transectos.

Grupo	Especie	Nombre común	Transecto				Total	Densidad N / km ²
			1	2	3	4		
Aves	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguilla cola roja	3	0	1	1	5	75.8
Aves	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	1	2	1	3	7	77.3
Aves	<i>Caracara plancus</i>	Caracara quebrantahuesos	6	3	1	4	14	194.5
Aves	<i>Mimus polyglottos</i>	Sinsonte nortño	2	4	0	1	7	90.0

² Muestreo y técnicas de evaluación de vegetación y fauna. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Serie didáctica número 27. E-Book ISBN 978-987-1676-44-

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

Aves	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Chipe rojo	2	0	1	1	4	56.4
Aves	<i>Melanerpes uropygialis</i>	Carpintero del desierto	1	0	2	1	4	44.7
Aves	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	6	7	0	0	13	188.8
Aves	<i>Ammodramus savannarum</i>	Gorrión sabanero	2	5	2	3	12	135.4
Aves	<i>Sayornis saya</i>	Papamoscas llanero	5	2	1	4	12	164.7
Aves	<i>Troglodytes aedon</i>	Ratona común	4	1	0	3	8	117.4
Aves	<i>Archilochus alexandri</i>	Colibrí negro	1	2	0	6	9	99.0
Aves	<i>Cardinalis sinuatus</i>	Cardenal desértico	4	1	0	1	6	97.8
Aves	<i>Selasphorus platycercus</i>	Colibrí cola ancha	2	0	0	0	2	38.8
Mamíferos	<i>Canis latrans</i>	Coyote	3	2	1	4	10	125.9
Mamíferos	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	0	0	1	2	3	27.4
Mamíferos	<i>Lepus californicus</i>	Liebre cola negra	3	2	1	5	11	135.7
Mamíferos	<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	1	4	1	1	7	78.3
Mamíferos	<i>Spermophilus mexicanus</i>	Ardilla terrestre	3	1	3	2	9	111.4
Mamíferos	<i>Otospermophilus variegatus</i>	Ardilla de roca	1	0	0	1	2	29.2
Reptiles y anfibios	<i>Pantherophis emoryi</i>	Culebra ratonera	1	2	2	5	10	104.6
Reptiles y anfibios	<i>Masticophis flagellum</i>	Culebra chiriadora	1	2	0	1	4	49.9
Reptiles y anfibios	<i>Holbrookia maculata</i>	Lagartija sorda	2	0	0	2	4	58.5
Reptiles y anfibios	<i>Xantusia vigilis</i>	Lagartija nocturna	1	0	0	0	1	19.4
Reptiles y anfibios	<i>Crotalus molossus</i>	Cascabel negro	2	1	0	0	3	49.2
Reptiles y anfibios	<i>Sceloporus poinsettii</i>	Lagartija espinosa del desierto	3	0	0	5	8	107.3
Reptiles y anfibios	<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija espinosa común	2	0	0	7	9	107.6
Reptiles y anfibios	<i>Lampropeltis triangulum</i>	Falsa coralillo	1	0	0	3	4	48.9

La mayor densidad de las aves se presentó en el grupo de aves, en contraste. Respecto a los mamíferos la rata de campo y conejo tuvieron igual presencia y el coyote quien menos frecuencia tuvo en los transectos estudiados. Finalmente, para las especies de anfibios y reptiles se logró identificar un anfibio y un reptil. Debe de aclararse que la zona de influencia para los transectos del predio se encuentra constantemente transitada por vehículos por lo que la fauna se concentra en áreas de menor perturbación.

Por su parte, los valores de los índices de diversidad y riqueza de especies para los cuatro grupos de fauna evaluados se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-64. Índices de diversidad y riqueza de especies de los grupos de fauna silvestre.

Grupo	Diversidad			Riqueza específica			Dominancia	Equidad
	H'	D	$H' \text{ Max}$	S	R	D_{max}	B_p	J
Aves	2.46	0.91	2.56	13	1.28	2.6	0.14	0.96
Mamíferos	1.64	0.79	1.79	6	0.93	1.3	0.26	0.92
Anfibios y reptiles	2.63	0.01	2.08	8	1.22	1.9	0.23	1.26

La diversidad de **aves** estimada a través del índice de Shannon-Wiener y Simpson registrados en los transectos fue de 2.46 y 0.91, respectivamente, con valores para la diversidad máxima de $H' \text{ max} = 2.56$. Este grupo de especies fue el que registró una mayor riqueza con 13 especies y la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada fue de 0.96 (J). Para este grupo la importancia proporcional de las especies más abundantes fue de 0.14 (dominancia) que es un reflejo de la alta riqueza de especies y equidad. La diversidad de los **mamíferos** estimada a través del índice de Shannon-Wiener y Simpson registrados en los transectos fue de 1.64 y 0.79, respectivamente, con valores para la diversidad máxima de $H' \text{ max} = 1.79$. En este grupo de especies se registró una riqueza de 6 especies y una proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada de 0.92 (J). Para este grupo la importancia proporcional de las especies más abundantes fue de 0.26 (dominancia) dado que la equitatividad está muy equilibrada. Finalmente, para el grupo de especies de **anfibios y reptiles** la diversidad estimada con el índice de Shannon-Wiener y Simpson fue de 2.63 y 0.01 respectivamente, con valores para la diversidad máxima de $H' \text{ max} = 2.08$. Para este grupo se registró una riqueza de 0.93 y 1.3 especies y una proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada de 1.26 (J) lo que indica una similar proporción en la abundancia de las especies.

IV.2.2.6.4. Especie de importancia; económica y/o cinegética

Para el aprovechamiento de la vida silvestre es necesario realizar estudios específicos bajo los lineamientos del Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre conforme lo establece el artículo 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46 y 47 de la Ley General de Vida Silvestre. A nivel local no se tienen registradas UMAS para el aprovechamiento de alguna especie de fauna silvestre. Sin embargo, es importante tener en cuenta que en el SA hay especies con importancia económica o cinegética, como las siguientes:

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-65. Especies de importancia cinegética.

Nombre Científico	Nombre común	Inicia	Termina	Límite de posesión
<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	4 de octubre de 2024	2 de febrero de 2025	6
<i>Pecari tajacu</i>	Pecari tajacu	25 de octubre de 2024	16 de marzo de 2025	1
<i>Canis latrans</i>	Coyote	4 de octubre de 2024	2 de marzo de 2025	1

Fuente: Calendario autorizado por la SEMARNAT Durango

b) Especies que encuentran catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Las especies de fauna reportadas a nivel SA que se encuentran enlistadas en la NOM-59, son.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-66. Especies de fauna silvestre identificadas en el SA que se encuentran en la NOM-059.

Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059	Distribución
<i>Puma concolor</i>	Puma	Pr	Amplia y continental
<i>Nasua narica</i>	Tejón	Pr	Neotropical y amplia.
<i>Choeronycteris mexicana</i>	Murciélago trompudo	Pr	Regional y neotropical
<i>Aquila chrysaetos</i>	Águila real	A	Amplia y holártica
<i>Ammodramus savannarum</i>	Gorrión sabanero	A	Regional y neártica
<i>Cardinalis sinuatus</i>	Cardenal desértico	A	Regional y neártica

SC= SIN CATEGORÍA DE PROTECCIÓN; PR = SUJETA A PROTECCIÓN ESPECIAL; VULNERABLE.

IV.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.

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 el 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. El área de influencia se dividió en unidades paisajistas de acuerdo con el criterio fisiográfico, de cobertura vegetal (tipos de vegetación) y de uso de suelo. Las variables que se evaluaron para cada unidad fueron: (i) **Calidad visual**, (ii) **Fragilidad visual** y, (iii) **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 etapa de preparación del sitio.

El paisaje del sitio está determinado por sus características físicas y bióticas principalmente, el cual, en nuestro caso, es una zona con actividades agrícolas, ganaderas de autoconsumo y mineras. En su microclima se analizaron las principales variables que influyen en la zona (temperatura y precipitación); en su topografía, se consideran sus pendientes máximas y mínimas, esto con el fin que la infraestructura, resultará funcional y rentable; con respecto a su

hidrología, se prevé que el flujo del agua no se verá afectado a nivel área de influencia; en el caso de su geología, al tratarse de rocas ígneas extrusivas que dieron origen a suelos dominantes de la clase de **Regosoles**, se pudo identificar claramente las características principales de éstos y la estrecha relación e interacción con los anteriores componentes. Con el análisis de los componentes físico y abióticos se pudieron identificar aquellos umbrales físicos que se han dado de manera natural como barrancas, lomeríos, planicies, arroyos, los tipos de vegetación presentes, los climas que permiten esa estructura y los suelos que dan origen; otros factores 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:

- a) El agua es un elemento relevante
- b) Preferencia estética de elementos verdes frente a zonas más secas
- c) Preferencia por formaciones arbóreas frente a las arbustivas
- d) Preferencia por zonas de topografía accidentada frente a las superficies llanas
- e) 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-67. Valoración de la calidad visual del paisaje del AL

Criterios estéticos	Valoración	Descripción
a	3	Por la presencia de arroyos y cauces (permanente o efímeros) cercanos al sitio.
b	2	La vegetación presente en el sitio es valorada por la diversidad de especies, pero por su condición tienen un valor estético menor.
c	1	El sitio está compuesto de composiciones arbóreas, arbustivas, cactáceas y herbáceas.
d	2	En todo el sitio se presenta el relieve accidentado.
Promedio	2	En términos generales la calidad visual puede considerarse como MEDIA

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 con lo anterior, los criterios aplicados para dar una valoración cuantitativa fueron:

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

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

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-68. Valoración de la fragilidad del paisaje.

Fragilidad	Criterios	Valoración	Descripción de la valoración
La fragilidad visual intrínseca	Porte o altura vegetal	2	Debido a que se trata de formaciones vegetales dominadas por matorrales y zonas dedicadas la agricultura, con poca presencia de vegetación arbórea.
	Pendiente	2	El sitio se localiza en una zona poco accidentada, la fragilidad se considera como intermedia.
La fragilidad visual extrínseca	Observación del territorio	1	El sitio se localiza en una zona rural, dónde las poblaciones más cercanas no rebasan los 200 habitantes, por tanto, se le da una valoración baja a este concepto.
Promedio		1.6	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 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 al sitio. Su valoración se puede definir como **alta** ya que el **AI** en su mayoría se encuentra con poca vegetación arbórea y zonas poco pronunciadas cuyas geoformas de un cerro a otro permiten tener una visibilidad del paisaje.

Conclusiones de la valoración del paisaje

En base a la valoración anterior, se concluye que las características del paisaje en el **AI** son: **calidad visual moderadamente alta**, como resultado de su localización en una zona con perturbaciones antropogénicas por actividades agrícolas, ganaderas y mineras; **fragilidad visual media**, como resultado del relieve poco accidentado y por la estructuración de la vegetación presente en el sitio; y **visibilidad alta o larga** por su ubicación desde las partes altas de la microcuenca 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 y los impactos adversos serán en una zona muy puntual.

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 las dimensiones de las obras, el impacto sobre el paisaje que se espera será **poco perceptible** en función de 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 la fauna silvestre que la ahuyentará de manera puntual.
- ✓ La contaminación provocada por las obras y actividades traerá impactos negativos a la calidad visual regional.
- ✓ La vegetación establecida en los márgenes o entorno inmediato del sitio a ocupar podrá mitigar el impacto visual.

Finalmente, a nivel regional no se prevé 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.

IV.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 relevantes y medidas de prevención y mitigación sobre este componente.

IV.2.4.1. Población

Según la información del INEGI correspondiente al censo de población y vivienda del año 2020 [disponible en: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html#Datos_abiertos], para el estado de Durango se reporta una población de aproximadamente 1,832,650 habitantes; el 78% de la población vivían en localidades urbanas y el 22% en rurales, a nivel nacional se reporta que el 79% de la población viven en localidades urbanas y el 21% en rurales. Para el municipio de Nazas se estima una población de 12,894 habitantes, siendo 49.4% mujeres y 50.6% hombres. Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 5 a 9 años (2,860 habitantes), 10 a 14 años (2,826 habitantes) y 0 a 4 años (2,683 habitantes).

Las poblaciones que se encuentran más cercanas al sitio son 2: Diez de Abril y Dolores Hidalgo, pertenecientes al municipio de Nazas.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-69. Poblados dentro del área de influencia.

	Nombre de la localidad	Diez de Abril	Dolores Hidalgo	Promedio/totales
	Población total	348.00	301.00	324.50
Educación	Población analfabeta (mayor de 15 años) (%)	2.59	5.65	4.12
	Población sin escolaridad (mayor de 15 años) (%)	2.01	2.99	2.50
	Población con secundaria completa (mayor de 15 años) (%)	8.91	11.63	10.27
Economía	Población económicamente activa (%)	20.98	35.55	28.26
Salud	Población sin derechohabencia (%)	20.98	21.26	21.12
Vivienda	Viviendas totales	133.00	141.00	137.00
	Promedio de habitantes por vivienda	3.74	3.46	3.60
	Viviendas con piso de tierra (%)	2.26	1.42	1.84
Servicios	Vivienda sin servicio eléctrico (%)	0.75	0.00	0.38
	Viviendas sin agua entubada (%)	0.75	0.00	0.38

Datos generadores a partir del Censo de Población y Vivienda 2020

✓ Educación

En Durango, 3 de cada 100 personas de 15 años y más no saben leer ni escribir, mientras que el promedio de escolaridad de la población de 15 años y más es de 2.82, lo equivalente a secundaria concluida (Cuéntame/INEGI). A nivel zona, según lo generado a partir de la información del Censo de Población y Vivienda 2020 y presentado en el cuadro IV-32, las características principales de la educación en la población se pueden concretar en los datos siguientes: la población analfabeta representa el 4.12%, la población sin escolaridad representa el 2.50% y la población con secundaria completa el 10.27%.

En las comunidades se cuenta con educación preescolar y primaria, aunque la mayoría de los alumnos que concluyen alguno de estos niveles educativos, emigran a núcleos poblacionales mayores de la región con el objetivo de continuar preparándose académicamente como alternativa para mejorar su calidad de vida. El analfabetismo principalmente se concentra en personas que forman parte de grupos de edad avanzada; la mayoría de los jóvenes de estos centros de población son quienes se encuentran cursando estudios en alguna de las instituciones de educación que en estos poblados existen.

✓ 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. Para el año 2020, se registraron 39,298 nacimientos y 9,089 defunciones, siendo la causa principal las enfermedades del corazón, diabetes mellitus y tumores malignos (Cuéntame/INEGI).

En la región el 21.12% tiene acceso a los servicios de salud, este servicio se cubre por parte del Instituto Mexicano del Seguro Social, atendándose a los derechohabientes en las clínicas rurales que en las comunidades existen. En casos de enfermedades de urgencias o graves que se presentan, los pacientes son trasladados a la ciudad de Victoria de Durango.

Los poblados cuentan con clínica y un médico de cabecera que atiende a las familias de la región los 365 días del año. Las medicinas son proporcionadas por el IMSS y la Secretaría de Salud del gobierno del Estado de Durango.

✓ **Economía**

De acuerdo con la información generada en el Anuario de Migración y Remesas 2020 las remesas para el estado de Durango en 2019, estuvo estimada en 870.1 millones de dólares, ocupando el lugar 18 a nivel nacional, aportando el 2.4% del total; mientras que en la analogía de las diez entidades federativas con mayor dependencia de remesas ocupa el número 6, con el 4.0% de remesas del PIB estatal. En la zona el 28.26% de la población se encuentra activa durante la mayoría de los meses del año.

✓ **Servicios públicos**

En los núcleos poblacionales de la región, se cuenta con los servicios de redes locales de agua entubada procedente de pozos y suministro de energía eléctrica por parte de la CFE. Además, se cuenta con los servicios de telecomunicaciones como el internet.

✓ **Vivienda**

En promedio en la zona los hogares se encuentran muy cercanos a las 137 viviendas por localidad (INEGI, 2020). 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, en algunos casos, se usa como principal componente la madera, además en promedio 1.84% de las viviendas tienen piso de tierra. Se estima que por cada vivienda se tienen alrededor de 3.60 habitante.

✓ **Medios de comunicación**

Los poblados utilizan como vías de comunicación principal los caminos públicos; los cuales la mayor parte del año está en condiciones de ser transitados, siendo el medio de transporte principal las camionetas tipo Pick – Up de uso particular.

IV.2.5. Diagnóstico ambiental

IV.2.5.1. Integración e interpretación del inventario ambiental

IV.2.5.1.1. Inventario ambiental del sitio

i. Ubicación y superficie

El sitio destinado para la explotación de la arcilla de bentonita abarca una extensión de 3.447 hectáreas. No se han detectado perturbaciones antropogénicas previas, lo que indica un ecosistema en estado natural.

ii. Clima

El clima de la zona es semiárido, con una precipitación media anual de 598.5 mm y una temperatura media anual de 20.3 °C. Estas condiciones climáticas son estables, sin la presencia de lluvias torrenciales, lo que reduce la posibilidad de erosión acelerada o eventos hidrometeorológicos adversos. El régimen de lluvias y temperaturas se considera normal para la región, lo que facilita la planificación de las actividades de explotación.

iii. Hidrología

La hidrología superficial del sitio presenta características típicas de zonas semiáridas, con una corriente de tipo intermitente ubicada fuera de la zona de explotación, lo que minimiza los riesgos de contaminación o alteraciones directas sobre los cuerpos de agua. Tanto aguas arriba como aguas abajo se identifican escurrimientos intermitentes

que no muestran daños o alteraciones significativas, lo que sugiere una estabilidad hidrológica en la región. No se detectaron aprovechamientos ilegales de aguas subterráneas, y la baja variabilidad hidrológica no supone un riesgo para la actividad de extracción.

iv. Geomorfología

El relieve del sitio es suave, con pendientes menores al 5%, lo que favorece la estabilidad del terreno durante las actividades de explotación. La elevación media de 1,544.3 metros sobre el nivel del mar (msnm) también contribuye a un entorno geológicamente estable, ya que no se detectaron fallas geológicas, fracturas ni signos de inestabilidad o intemperismo en el área, lo que garantiza la seguridad de las obras y actividades.

v. Suelo

El suelo del sitio presenta una textura fina de tipo arcilloso con baja cantidad de materia orgánica, lo que podría influir en su capacidad para soportar vegetación o actividades agrícolas. El potencial de erosión hídrica es alto, con una pérdida estimada de 198.28 toneladas por hectárea al año, lo que sugiere que, sin medidas de control, la erosión puede ser un factor limitante durante y después de las actividades de explotación. De igual manera, la erosión eólica es de 19.19 toneladas por hectárea al año, lo que indica una vulnerabilidad adicional, aunque menor.

vi. Calidad del aire

La calidad del aire en la zona es óptima, ya que no se detectaron emisiones antropogénicas o naturales relevantes. Esto sugiere que las actividades humanas en la región son mínimas y que la explotación no enfrentará restricciones por problemas de contaminación aérea inicial.

vii. Ruido ambiental

El nivel de ruido es nulo, salvo por el canto de algunas especies de aves, lo que sugiere un entorno tranquilo y poco afectado por actividades humanas. Este dato es importante, ya que cualquier aumento en los niveles de ruido podría tener un impacto directo en la fauna local.

viii. Localización respecto a las ANP

La ANP más cercana es el área de Ríos y Montañas de la Comarca Lagunera, ubicada a más de 20 kilómetros del sitio de explotación. Dada la distancia considerable, no existen lineamientos específicos provenientes de esta área protegida que restrinjan las obras y actividades.

ix. Usos del suelo circundantes

El sitio y sus alrededores no tienen áreas dedicadas a la agricultura o ganadería, lo que minimiza el impacto sobre actividades económicas de este tipo. El sitio se encuentra en un área mayormente despoblada de actividades agropecuarias.

x. Patrimonio cultural y arqueológico

No se ha identificado la presencia de sitios de interés cultural, patrimonial o vestigios arqueológicos en el sitio. Tampoco existen evidencias de que en la zona haya elementos que podrían ser objeto de interés arqueológico en el futuro.

xi. Vegetación

La vegetación dominante en el sitio pertenece al matorral desértico rosetófilo, una formación vegetal típica de zonas semiáridas. El inventario de especies vegetales es el esperado para este tipo de ecosistema, sin la presencia de especies endémicas o en peligro de extinción. La actividad de cambio de uso de suelo afectará principalmente a la cobertura de matorral desértico, pero no se prevé que comprometa la estabilidad del ecosistema regional, dado que es un tipo de vegetación adaptada a la extracción y con buena capacidad de recuperación en caso de ser manejada adecuadamente.

xii. Fauna

La fauna registrada en la zona es poco representativa, con presencia esporádica de conejos, liebres, lagartijas y aves. Estas especies son comunes en ecosistemas áridos y semiáridos, y no se identificaron especies en peligro de extinción o bajo alguna categoría de protección especial. La baja diversidad faunística disminuye el riesgo de impactos severos sobre la fauna local derivado de la explotación.

xiii. Estabilidad y riesgos

La estabilidad física del terreno es favorable para las obras y actividades, ya que no se identificaron fallas geológicas ni fracturas que puedan comprometer la integridad del ecosistema local. Asimismo, el bajo porcentaje de pendientes y la ausencia de erosión significativa sugieren que el riesgo de deslizamientos o inestabilidad del terreno es mínimo.

Conclusión

El diagnóstico ambiental del sitio para la explotación de arena de bentonita revela un entorno con características estables desde el punto de vista climático, hidrológico, geomorfológico, y biológico. Otros factores como a calidad del aire, el ruido y la falta de restricciones por áreas naturales protegidas o patrimonios culturales, sugieren que las actividades de explotación de la arcilla no incrementan los procesos de degradación natural de manera significativa. El cambio de uso de suelo no presenta riesgos graves para la estabilidad del ecosistema ni para la fauna y flora local. La ausencia de corrientes superficiales en la zona de explotación y la presencia de un ecosistema adaptado a condiciones semiáridas disminuyen la posibilidad de impactos irreversibles, siempre y cuando se tomen medidas de mitigación adecuadas para la restauración del área una vez concluidas las actividades.

IV.2.5.1.2. Inventario ambiental del SA

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 Error: no se encontró el origen de la referencia-70. Descripción del inventario ambiental.

Elemento	Sistema Ambiental (Unidad de Gestión Ambiental)
Hidrología	<p>El SA se ubica dentro de los límites de la cuenca río Nazas-Rodeo perteneciente a la región hidrológica 36 "Nazas Aguanaval". El SA se encuentra dentro de las subcuencas río Nazas-Rodeo (a) y arroyo de Naitcha (d), mientras que, el AI y sitio se localizan en esta última. Respecto a la localización del SA se puede mencionar que está inmerso en 8 diferentes subcuencas, siendo la de mayor importancia la denominada Nazas-Aguanaval, ya que es sobre esta que se encuentran el AI y el sitio.</p> <p>La hidrología subterránea del SA, AI y sitio se encuentra enmarcada en la zona de captación del acuífero Nazas (1025), el cual se caracteriza por tener una fuerte presión por la explotación de agua para la agricultura, que es la actividad predominante en la zona.</p> <p>La hidrología superficial está íntimamente ligada al régimen hidrológico del río Nazas, que históricamente ha sido la principal fuente de recarga tanto superficial como subterránea para la región. El río Nazas y sus afluentes, que incluyen arroyos temporales y canales de riego, recogen agua principalmente durante la temporada de lluvias, la cual se infiltra en el suelo y recarga el acuífero.</p>
Fisiografía	<p>El SA se ubica en las provincias fisiográficas Sierra Madre Occidental y Sierras y Llanuras del Norte, subprovincias fisiográficas Gran Meseta y Cañones Duranguenses y Bolsón de Mapimí y en el sistema de topoformas presenta 4 clases: Llanura aluvial con cañones (13.1%), Lomerío con mesetas (79.7%), Sierra plegada (0.0002%) y Valle abierto con montaña con lomerío (7.2%). A nivel sitio, la topoforma corresponde a lomerío con mesetas, meseta con malpaís y sierra baja perteneciente a la subprovincia Sierras y Llanuras de Durango. Los parámetros representativos que caracterizan el relieve del SA son i) elevación mínima de 1,236 msnm; ii) elevación máxima de 1,941 msnm; iii) elevación media de 1,544.3 msnm, y iv) se presenta una desviación estándar de 136. m. Por último, en el sitio, las elevaciones mínima, media y máxima son 1,415, 1,436 y 1,457 msnm, respectivamente. La pendiente media del SA es de 5%, las pendientes más pronunciadas se encuentran en el norte, mientras que las pendientes bajas se encuentran en el centro y sur. En el AI la pendiente media es de 3.94%, la distribución de las pendientes pronunciadas obedece al patrón altitudinal. El comportamiento de las pendientes puede observarse a detalle en el plano del Anexo 3.4. La pendiente promedio del sitio es 3.22%. La exposición en el SA y AI son muy variadas, sin embargo, en el sitio se puede establecer que las exposiciones son mayormente hacia el sureste, noreste y oeste.</p>
Geología	<p>A nivel SA, AI y sitio se identificaron 4 tipo de roca: N/A, ígnea extrusiva, sedimentaria e ígneas intrusiva. El AI y sitio no cuentan con fallas y fracturas de acuerdo con la cartografía de INEGI. El SA se encuentra fuera de la región potencial de deslizamiento en México denominada Golfo de California-Chihuahua-Durango (CENAPRED, 2012). El SA se encuentra en la zona A de sismicidad, aquella donde el peligro de ocurrencia de un sismo es muy bajo.</p>
Edafología	<p>A nivel SA se tiene un grupo de suelo predominante correspondiente al Regosol. Mientras que a nivel AI se tienen 2 mismos tipos de suelo dominantes correspondientes principalmente a Regosol y Gleysoles. Por otro lado, el tipo de suelo presente en el sitio corresponde RGcalep+LPskli/2r, mismo que se distribuye en el SA y AI.</p>
Clima	<p>A nivel SA se tiene climas: seco templado, seco semicálido y muy seco semicálido, a nivel AI y sitio se tiene 1 clase de clima que es BWhw(w) correspondiente a muy seco semicálido. Corresponde a árido con temperaturas</p>

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

	promedio anuales elevadas y precipitaciones muy escasas, generalmente inferiores a 250 mm al año. Los veranos son extremadamente calurosos, con máximas que pueden superar los 40°C, mientras que los inviernos son suaves o cálidos. Las lluvias se concentran principalmente en la temporada de verano, aunque de manera muy limitada, y la humedad es muy baja. Este clima, común en zonas como el norte de México y el suroeste de Estados Unidos, presenta una gran amplitud térmica diaria y vegetación adaptada a la sequía, como cactáceas y matorrales xerófilos.
Vegetación	Los grupos de vegetación se distribuyen en el SA en función de la altitud, temperatura y humedad principalmente. El Matorral desértico rosetófilo y micrófilo ocupan gran parte de la superficie del SA, mientras que los demás grupos de vegetación y los agrosistemas se distribuyen de manera aleatoria adyacentes a los asentamientos humanos. A nivel sitio, se identificaron especies dentro de la NOM-059 , las cuales están sujetas a rescate y reubicación.
Fauna	La fauna a nivel SA es muy variada, de acuerdo con la información de campo se identificaron 71 especies de fauna en el SA , de las cuales, el 46.5% de las especies comparten presencia en el AI , mientras que, a nivel sitio , solo el 28.2% del total registrado.
Paisaje	El paisaje del SA es ampliamente variado; sin embargo, en un análisis a nivel AI y sitio, se tiene una composición de lomeríos que dan origen al sistema de topoformas.
Social	Las poblaciones son consideradas tipo rural, por los servicios que cuentan, los empleos son escasos y el fenómeno de migración hacia otros estados y USA es recurrente. Las actividades económicas principales son la agricultura, ganadería y minería.

IV.2.5.2. Valoración del estado actual

Evaluar significa emitir juicios basados en criterios de valor, cuando se trata de evaluar el medio natural, eso no resulta tan sencillo dado que los criterios de valor pueden tener muchos orígenes, desde ideológicos, ecológicos, de planificación, políticos o culturales que hacen que dicho juicio no resulte equilibrado.

La metodología de la valoración del inventario ambiental se realizó 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 del medio natural son (Mallarach, 1999): Diversidad (D), Rareza (R), Naturalidad (N), Grado de Aislamiento (A) y Calidad (C). 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-71. Valoración del medio natural.

Elemento	Diversidad			Rareza			Naturalidad			Grado de aislamiento			Calidad			Unidades			Valoración		
	SA	AI	P	SA	AI	P	SA	AI	P	SA	AI	P	SA	AI	P	SA	AI	P	SA	AI	P
Hidrología	3	2	2	2	0	0	3	2	2	2	2	1	3	2	1	13	8	6	Alta	Media	Media
Fisiografía	3	2	1	0	0	0	3	2	2	3	2	2	3	2	2	12	8	7	Alta	Media	Media
Geología	3	2	1	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	2	13	10	9	Alta	Media	Media
Edafología	2	2	1	2	2	1	3	2	1	2	2	1	2	2	1	11	10	5	Alta	Media	Baja
Clima	2	1	1	2	1	1	3	3	3	1	1	1	3	3	2	11	9	8	Alta	Media	Media
Vegetación	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	1	3	2	1	13	10	8	Alta	Media	Media
Fauna	3	2	1	3	1	0	3	2	1	3	2	1	3	2	1	15	9	4	Alta	Media	Baja

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

Paisaje	3	2	1	3	2	1	2	2	1	0	0	0	3	2	1	11	8	4	Alta	Media	Baja
Social	3	2	2	0	0	0	2	1	1	2	1	1	1	2	2	8	6	6	Media	Media	Media

IV.2.5.3. Síntesis

La caracterización del medio natural es la siguiente:

Fisiografía

El SA se ubica en las provincias fisiográficas Sierra Madre Occidental y Sierras y Llanuras del Norte, en las subprovincias fisiográficas sierras y llanuras de Durango y Bolsón de Mapimí; además, el sistema de topoformas presenta cuatro clases: Llanura (39.97%), Lomerío (0.36%), Sierra (23.77%) y Valle (4.48%). Por tanto, la **diversidad**: dado que en el SA se tiene un sistema de topoformas amplio y variado, tanto el AI y sitio cuentan con menor variedad de topoformas **(3, 2, 1)**. **Rareza**: no se tienen elementos que pudieran considerarse con grado de rareza **(0, 0, 0)**.

Naturalidad: A nivel SA y AI la distribución del relieve no muestra evidencias notables de modificación **(3, 2, 2)**. Se considera un **grado de aislamiento** alto en el SA y medio en el AI y sitio **(3, 2, 2)**. Por la misma modificación del relieve su **calidad** disminuye en términos de unidad analizada **(3, 2, 2)**. La valoración final de la calidad de la fisiografía se considera alta para el SA y media para el AI y el sitio **(12, 8, 7)**.

Hidrología

Diversidad: El SA considera 3 subcuencas por lo tanto el sistema de drenaje se considera adecuado, es menos diversificado, a nivel AI y sitio solo se tiene 1 subcuenca y ambos se encuentran en los límites de las microcuencas Nazas, Los Ángeles y Trincheras de Arriba, por lo tanto, el sistema de drenaje hídrico es bueno, a nivel sitio se tienen una corriente intermitente, pero la infraestructura no se ubicará en su cauce **(3, 2, 2)**. **Rareza**: a nivel SA se detectaron corrientes o cuerpos de agua con algunas características particulares que ameritará considerarlos como raros por tratarse del río Nazas **(2, 0, 0)**. **Naturalidad**: a lo largo del SA y AI puede encontrarse algunas obras hidráulicas, como represas, bordos, pozos, etc., a nivel sitio no se tiene infraestructura de tipo hidráulico que afecten de manera considerable la naturalidad de las corrientes **(3, 2, 2)**. **Grado de aislamiento**: se consideró como la afectación o alejamiento a las poblaciones o relacionado al uso, a nivel SA puede considerarse que su uso de presión es alto ya que en su mayoría se encuentran solo localidades rurales, en el AI se tienen algunos cuerpos que son utilizados para las diferentes actividades, pero a nivel sitio no se tiene aprovechamiento alguno por lo que su presión es inexistente **(2, 2, 1)**. **Calidad**: debe tenerse en cuenta que los centros poblacionales son poco abundantes y dispersos, en general la calidad es buena **(3, 2, 2)**. Finalmente puede observarse que a nivel SA se tiene una mayor calidad del recurso hídrico, a nivel AI está calidad disminuye hasta un margen medio, por la concentración de las poblaciones, y a nivel sitio puede considerarse como media, por las actividades propias del sitio **(12, 8, 7)**.

Geología

Diversidad: nivel SA, AI y sitio se identificaron 7 tipo de suelos; Calcisol, Chernozem, Leptosol, Regosol, Cambisol, Gleysol y Fluvisol **(3, 2, 1)**. **Rareza**: en términos generales, se le da un valor general de 2 ya que se realizaron exploraciones mineras para conocer las vetas para la exploración, pues por eso se realizará la exploración, para conocer las propiedades geológicas del área **(2, 2, 2)**. La disposición de la geología en las unidades de análisis corresponde 100% a procesos naturales **(3, 2, 1)**. No se considera que se presenta **grado de aislamiento de importancia** **(3, 2, 2)**. La **calidad** está íntimamente ligada a la conformación de los materiales **(2, 2, 1)**. La calidad del elemento es media para el SA, AI y sitio **(13, 10, 9)**.

Edafología

Diversidad: este recurso registra a nivel SA diferentes composiciones, a nivel AI y sitio su composición se ve reducida **(2, 2, 1)**. Por la complejidad de su formación se ha considerado a nivel SA se consideró con un rango medio de **rareza** el cual se ve disminuido a nivel AI y sitio **(2, 2, 1)**. La **naturalidad** ha sido vinculada con el uso del suelo, mientras a nivel SA se tiene aún áreas que conservan sus características naturales, a nivel AI y sitio se nota más la modificación de este recurso **(3, 2, 1)**; así mismo esta misma valoración fue tomada como referencia para el **grado de aislamiento** **(3, 2, 1)**, y la **calidad** **(2, 2, 1)**, para finalmente determinar que la calidad del recurso edáfico es alta a nivel SA, media en el AI y baja en el sitio **(11, 10, 5)**.

Clima

La **diversidad** de climas en el SA y AI son poco variados ya que solo cuenta con solo tres tipos que son seco templado, seco semicálido y muy seco semicálido, a nivel sitio solo se tiene 1 tipo de clima (2, 1, 1). La **rareza** del clima está íntimamente ligada a la diversidad (2, 1, 1). La **naturalidad** de los climas no se ha visto significativamente modificada (3, 3, 3). Los climas no presentan **grado de aislamiento** pues en general son los climas predominantes de la región (1, 1, 1). La calidad se considera como buena (3, 3, 2). Su calidad ambiental se considera alta en el SA y AI, media en el sitio (11, 9, 8).

Vegetación

A nivel SA se identificaron 8 tipos de asociaciones vegetales, a nivel AI y sitio solo 5 tipo de vegetación, por lo tanto, la **diversidad** se catalogó de alta a media y baja (3, 2, 2). La rareza se relacionó a la presencia de especies que pudieran estar en alguna categoría de riesgo y/o endémica, a nivel AI y sitio está posibilidad se ve reducida (3, 2, 2). Tanto a nivel SA como AI los ecosistemas han sido modificados por las diferentes actividades humanas, por lo cual la **naturalidad** ha sido evaluada de media a baja (2, 2, 2). No se considera que su grado de **aislamiento** sea significativo a nivel SA y AI dado a que toda la región está intercomunicada por estos sistemas (2, 2, 1). La **calidad** de los ecosistemas del SA es considerada como alta, a nivel AI media y a nivel sitio baja (3, 2, 1). En términos generales puede considerar que la calidad del SA es alta, en el AI es media, y baja en el sitio (13, 10, 8).

Fauna silvestre

Los indicadores de fauna fueron valorados sobre la composición de la vegetación, ya que es un elemento directamente ligado, por lo tanto a nivel SA se identificaron 8 tipos de asociaciones vegetales, a nivel AI solo 5, aunque a nivel sitio la vegetación se ve reducida, debido a su poca distribución, por lo tanto la **diversidad** se catalogo de alta a media y baja (3, 2, 1). La **rareza** se consideró, dado que en el SA abunda climas del tipo templado subhúmedo, se relaciona a la presencia de especies con alguna categoría de riesgo y/o endémica, a nivel AI está posibilidad se ve reducida y a nivel sitio se detectaron algunas especies es alguna categoría (3, 1, 0). Tanto a nivel SA como AI los ecosistemas han sido modificados por las diferentes actividades humanas, por lo cual la **naturalidad** ha sido evaluada de media a nula (3, 2, 1). No se considera que su **grado de aislamiento** sea significativo a nivel SA y AI dado a que toda la región está intercomunicada por éstos sistemas (3, 2, 1). La **calidad** de los esosistemas del SA es considerada como media, a nivel AI media y a nivel sitio, baja (3, 2, 1). En terminos generales puede considerar que la calidad del SA es alta, en el AI es media, baja en el sitio (15, 9, 4).

Medio Perceptual (paisaje)

A nivel SA, la **diversidad** de paisajes es más clara y notoria, a nivel AI se ve reducida y a nivel sitio se considera baja ya que la apreciación de éste está en función de las actividades antropogénicas (3, 2, 1); sin embargo, a nivel SA se pueden encontrar algunos elementos considerados como raros, a nivel AI y sitio son más escasos (3, 2, 1). La **naturalidad** del paisaje es media a nivel SA, se ve reducida a nivel AI, sin embargo, a nivel sitio el paisaje ha sido modificado (2, 2, 1). El paisaje no se considera en ningún nivel de análisis con algún grado de aislamiento, ya que pertenece al sistema de la región (0, 0, 0). La calidad en términos paisajísticos es mayor a nivel SA, se reduce a nivel AI y a nivel sitio es baja (3, 2, 1). Finalmente podría catalogarse que la calidad del paisaje se ve disminuida del SA hasta el sitio (11, 8, 4).

Socioeconómico

En este componente la valoración de los criterios fue la siguiente: las poblaciones localizadas en el SA son consideradas como rurales; sin embargo, éstas son abundantes y diversas (3, 2, 2). Las poblaciones cercanas al sitio no se tiene registro de poblaciones de grupos indígenas (0, 0, 0). Los habitantes de las poblaciones se dedican a actividades mineras, agrícolas y ganaderas, y por su ubicación no se encuentran limitados en los servicios más básicos (2, 1, 1). Las poblaciones están establecidas en zonas bien definidas y en general cuentan con accesos a algunos servicios básicos (2, 1, 1). La calidad de las poblaciones en el SA se considera como bajo, a nivel AI se tiene mejores fuentes de empleo, mientras que a nivel sitio no se tiene población alguna pero las actividades serán reflejadas en las poblaciones aledañas (1, 2, 2). En términos generales la calidad del elemento social es considerada como media (8, 6, 6). Respecto a la cultura, los habitantes no se verán afectados de manera significativa en sus usos y costumbres, ya que el desarrollo minero es fuente de empleo para los pobladores de localidades cercanas.

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.

• **Resumen**

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-72. Valoración de la calidad ambiental (resumen).

SISTEMA	Alta	Media	Baja
Sistema ambiental	8	1	0
Área de influencia	0	9	0
Proyecto (sitio)	0	6	3

De manera visual el resumen se puede apreciar en la gráfica siguiente:

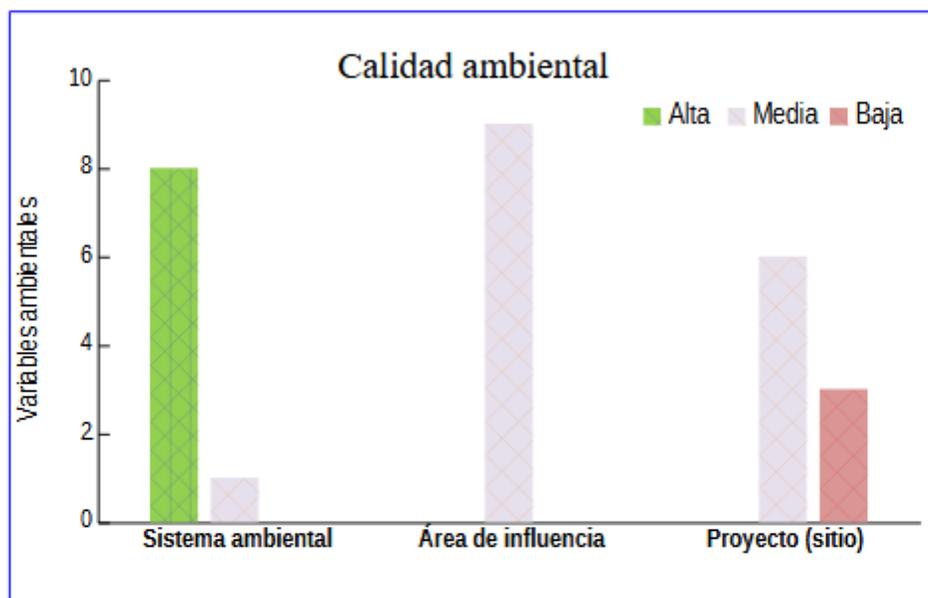


Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-18. Resumen de la valoración de la calidad ambiental.

V. 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. El proceso de la evaluación de los impactos ambientales, en términos generales se dio de la manera siguiente:

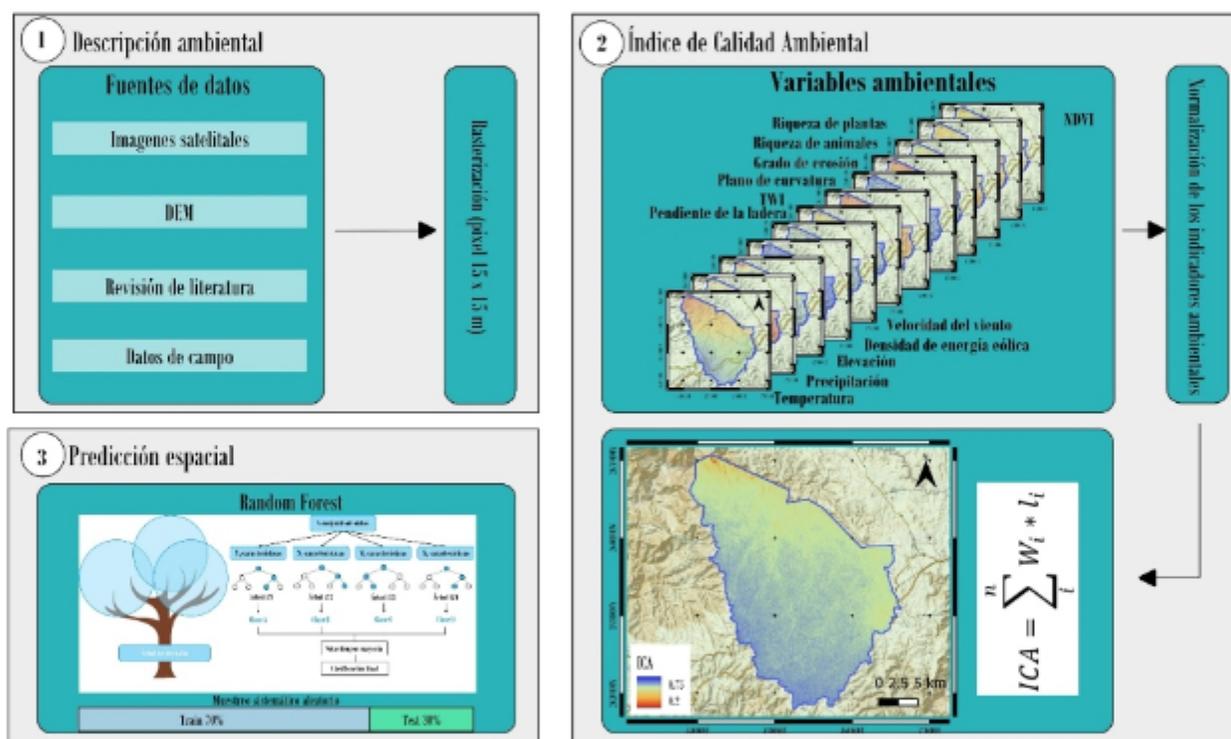
1. Se establecieron criterios para la identificación y evaluación de los impactos. En este primer paso se analizó el punto de partida para llevar a cabo el proceso de identificación y evaluación de los impactos; analizando el sistema ambiental y sus características, su estado de conservación o deterioro y los aspectos sociales y económicos, es decir a partir del inventario ambiental se establecieron los criterios a aplicarse.
2. Proceso para la identificación y evaluación de los impactos. Se identificaron los impactos ambientales a través de una lista de verificación, en dónde se presenta el primer acercamiento a la identificación de los impactos generados por las diferentes actividades.
3. Establecimiento de la lista de indicadores de impacto. Ayuda a dar seguimiento a los impactos generados para cada componente ambiental.

4. Caracterización final de los impactos generados. Se plantea el proceso final de la evaluación de los impactos generados, estableciendo los criterios y categorías a utilizarse en la evaluación.

V.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Para identificar y valorar los impactos ambientales se utilizó el método del instituto [Batelle – Columbus \(1972\)](#), el cual fue desarrollado para obras hidráulicas en USA y modificado para incluir actividades que requieren evaluación de impacto ambiental. El método consiste en un formato en forma de árbol o matriz que contiene cuatro niveles; i) categorías, ii) componentes, iii) parámetros y, iv) mediciones ambientales (variables). Estos niveles van en orden creciente a la información que proporcionan, constituyendo el nivel tres la clave del sistema de evaluación, resultando 39 parámetros que son considerados significativos del medio ambiente y adoptan el carácter de *indicadores de impacto* para evaluar su calidad ambiental.

La metodología de cálculo para sustentar la valoración cuantitativa de los impactos ambientales identificados se fundamenta a partir del diagrama siguiente.



V.1.1. Indicadores de impacto

Obtenidos los parámetros, se procede a transformar los valores en unidades conmensurables (medibles para poder hacer comparaciones), las medidas de cada parámetro se trasladan a una escala de puntuación que va de 0 a 1, misma que representa la calidad ambiental o *índice de calidad ambiental* (ICA) en unidades medibles, los pasos para hacer la transformación de datos en Unidades de Impacto Ambiental (UIA) en la siguiente:

- a) Transformar cada uno de los datos (resultado de mediciones) en su correspondiente equivalente de índice de calidad ambiental (ICA), a partir del inventario ambiental. Para obtener valores de calidad ambiental comparables, al extremo óptimo se le asigna el 1 y al pésimo 0 (cero), quedando comprendidos entre ambos extremos los valores intermedios para definir los distintos estados de calidad posibles del parámetro considerado.
- b) Ponderar las Unidades de Importancia Ambiental (UIA) de parámetro considerado, según su peso relativo dentro de los componentes ambientales considerados. A cada parámetro se le asigna un valor resultado de la distribución de 1,000 UIA, el cual se asigna según su contribución al medio ambiente, quedando ponderados

los distintos parámetros. Las Unidades de Importancia Ponderada (UIP) para esta evaluación considero la distribución de las UIA de la manera siguiente; i) *biótico* = 220, ii) *físico* = 640 y, *socioeconómico* = 140.

- c) Expresar a partir de los valores anteriores encontrados el Impacto Neto (IN) resultado al multiplicar el índice de calidad (CA) por el peso respectivo, quedando la función siguiente: $IN = (CA) * (UIP)$.

En este trabajo, los indicadores de calidad y vulnerabilidad ambiental fueron seleccionados basados en estudios previos, conocimiento de expertos, objetivo de las obras, decisiones subjetivas, la disponibilidad y precisión de datos estadísticos y factores locales y externos que afectan el sistema ambiental. En consecuencia, se agregó un conjunto completo de datos ambientales a un SIG, integrando por información estadísticos de centro y/o dependencias oficiales y organizaciones internacionales.

V.1.2. Lista de verificación de indicadores de impacto

En la definición de la lista de indicadores de los impactos, se ha considerado el proceso analítico siguiente:

- i. Se enlistaron todas las **categorías** ambientales identificadas en el área de influencia.
- ii. Cada categoría fue dividida en **componentes**, es decir las características más importantes que ayudarán a establecer el primer umbral de calidad ambiental.
- iii. Para cada componente fueron asignados **parámetros** para establecer puntualmente la afectación o generación de impacto.
- iv. Se establecieron **umbrales** en los parámetros en relación con el funcionamiento o principales factores que intervienen en la modificación o afectación de cada componente.
- v. 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 obras y actividades. Posteriormente, en un análisis a profundidad considerando las medidas de prevención y mitigación se analizó la probabilidad de su ocurrencia del impacto.
- 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.

Una vez que los impactos fueron identificados, se filtró una lista para aquellos con valor mayor a 0, es decir aquellos que se manifestarán. Posteriormente, esa lista fue analizada para englobar aquellos impactos que tuvieran alguna característica común.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-73. Lista de verificación de impactos ambientales.

CATEGORÍA	COMPONENTES	PARAMÉTROS
BIÓTICO	Flora	Desmonte
BIÓTICO	Flora	Fragmentación
BIÓTICO	Flora	Estructura y composición
BIÓTICO	Flora	Biodiversidad
BIÓTICO	Flora	Especies de interés
BIÓTICO	Fauna	Desplazamiento
BIÓTICO	Fauna	Mortandad
BIÓTICO	Fauna	Abundancia
BIÓTICO	Fauna	Biodiversidad
BIÓTICO	Fauna	Especies de interés
FÍSICO	Topografía	Pendiente
FÍSICO	Topografía	Relieve
FÍSICO	Topografía	Orientación
FÍSICO	Topografía	Curvatura
FÍSICO	Suelo	Contaminación
FÍSICO	Suelo	Compactación
FÍSICO	Suelo	Temperatura
FÍSICO	Suelo	Materia orgánica
FÍSICO	Suelo	Erosión hídrica
FÍSICO	Suelo	Erosión eólica
FÍSICO	Suelo	Remoción

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

FÍSICO	Agua	Contaminación
FÍSICO	Agua	Escurrimiento superficial e infiltración
FÍSICO	Agua	Evapotranspiración
FÍSICO	Aire	Olor
FÍSICO	Aire	Visibilidad
FÍSICO	Aire	Partículas sólidas disueltas
FÍSICO	Aire	Ruidos
FÍSICO	Paisaje	Calidad
FÍSICO	Paisaje	Visitantes
FÍSICO	Infraestructura	Caminos
FÍSICO	Infraestructura	Líneas eléctricas
FÍSICO	Infraestructura	Edificaciones
SOCIOECONOMICO	Valores históricos	Personajes
SOCIOECONOMICO	Culturas	Grupos étnicos
SOCIOECONOMICO	Centros de población	Dentro
SOCIOECONOMICO	Centros de población	Colindantes
SOCIOECONOMICO	Estilos de vida	Oportunidad de empleo
SOCIOECONOMICO	Estilos de vida	Calidad de vida

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

- viii. Se enlistaron todos los **elementos** identificados en la caracterización del Sistema Ambiental.
- ix. Cada elemento fue dividido en **componentes**, es decir las características más importantes que ayudarán a establecer el primer umbral de calidad ambiental.
- x. Para cada componente fueron asignados los **atributos** más importantes para establecer puntualmente la afectación o dimensiones del impacto.
- xi. Se establecieron **consideraciones** en relación con el funcionamiento o principales factores que intervienen en la modificación o afectación de cada componente.
- xii. Para poder realizar la valoración del **impacto**, en un primer ejercicio a juicio abierto se seleccionaron todos aquellos impactos con posibilidad de presentarse por las obras y actividades a desarrollar. Posteriormente, en un análisis a profundidad se identificó las medidas de mitigación y prevención del impacto para dimensionar su magnitud en tiempo y espacio.
- xiii. Para impactos que **no presentan afectación o daño se considera un impacto nulo (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 y beneficio (1)** a las consideraciones del atributo, fue necesario establecer y concretar la **definición del impacto relevante**.
- xiv. 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.
- xv. 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.

La lista de verificación de los impactos consiste en asignar un valor de 1 cuando hay afectación y/o beneficio y, 0 para indicar que no hay impacto (impacto nulo), es decir, el objetivo es identificar los impactos relevantes. La lista de verificación es la siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-74. Lista de verificación de impactos ambientales.

CATEGORÍA	COMPONENTES	PARAMETROS
BIÓTICO	Flora	Desmonte
BIÓTICO	Flora	Fragmentación
BIÓTICO	Flora	Estructura y composición

BIÓTICO	Flora	Biodiversidad
BIÓTICO	Flora	Especies de interés
BIÓTICO	Fauna	Desplazamiento
BIÓTICO	Fauna	Mortandad
BIÓTICO	Fauna	Abundancia
BIÓTICO	Fauna	Biodiversidad
BIÓTICO	Fauna	Especies de interés
FÍSICO	Topografía	Pendiente
FÍSICO	Topografía	Relieve
FÍSICO	Topografía	Orientación
FÍSICO	Topografía	Curvatura
FÍSICO	Suelo	Contaminación
FÍSICO	Suelo	Compactación
FÍSICO	Suelo	Temperatura
FÍSICO	Suelo	Materia orgánica
FÍSICO	Suelo	Erosión hídrica
FÍSICO	Suelo	Erosión eólica
FÍSICO	Suelo	Remoción
FÍSICO	Agua	Contaminación
FÍSICO	Agua	Escurrimiento superficial e infiltración
FÍSICO	Agua	Evapotranspiración
FÍSICO	Aire	Olor
FÍSICO	Aire	Visibilidad
FÍSICO	Aire	Partículas sólidas disueltas
FÍSICO	Aire	Ruidos
FÍSICO	Paisaje	Calidad
FÍSICO	Paisaje	Visitantes
FÍSICO	Infraestructura	Caminos
FÍSICO	Infraestructura	Líneas eléctricas
FÍSICO	Infraestructura	Edificaciones
SOCIOECONOMICO	Valores históricos	Personajes
SOCIOECONOMICO	Culturas	Grupos étnicos
SOCIOECONOMICO	Centros de población	Dentro
SOCIOECONOMICO	Centros de población	Colindantes
SOCIOECONOMICO	Estilos de vida	Oportunidad de empleo
SOCIOECONOMICO	Estilos de vida	Calidad de vida

V.1.3. Normalización de datos

La normalización de los datos ambientales es un paso crucial en su preprocesamiento, particularmente cuando los indicadores estadísticos de impacto ambiental involucran diferentes unidades de medida. Este proceso hace que los indicadores ambientales estén libres de unidades, lo que permite comparaciones significativas y agregaciones estadísticas, lo que en última instancia mejora la precisión y validez de los resultados analíticos posteriores. En este estudio, se utilizó la técnica de normalización *min-max* para los indicadores de calidad ambiental, elegida por su simplicidad para transformar sus unidades a una escala de 0 a 1. Este método fue seleccionado para garantizar la interpretabilidad al analizar la conexión entre los indicadores ambientales y su efecto con la calidad ambiental (directa e inverso), donde se prefiere un rango fijo. El método proporciona ecuaciones para relaciones funcionales positivas y negativas, que denotan el valor normalizado de la variable X_r como I_n , donde X_{min} y X_{max} representan los valores mínimo y máximo del conjunto de datos, respectivamente (Grigorescu et al., 2021).

Para una relación funcional **directa** (donde un aumento en el valor del indicador corresponde a un aumento en la calidad y/o vulnerabilidad ambiental positiva):

$$I_n = (X_r - X_{min}) / (X_{max} - X_{min})$$

Para una relación funcional **inversa** (donde un aumento en el valor del indicador corresponde a una disminución en la calidad y/o vulnerabilidad ambiental negativa):

$$I_n = (X_{max} - X_r) / (X_{max} - X_{min})$$

En este trabajo se seleccionaron los indicadores ambientales propuestos por Robbine, (2021) y ajustados a las condiciones del sistema ambiental y proceso constructivo de las obras, éstos se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-75. Indicadores de impacto ambiental.

ID	Indicador	Unidades de medida	Fuente de datos	Impacto	Influencia
1	Temperature (<i>te</i>)	Degrees Celsius (°C)	INEGI	Inverse	-
2	Precipitation (<i>pe</i>)	Milimeters (mm)	INEGI	Direct	+
3	Elevation (<i>el</i>)	Meters(m)	CEM ^[a]	Direct	+
4	Wind power density (<i>w</i>)	Watts per square meter (W/m ²)	Wind global atlas ^[b]	Inverse	-
5	Speed wind (<i>sw</i>)	Meters per second (m/s)	Wind global atlas	Inverse	-
6	Slope (<i>sl</i>)	Degrees (°)	CEM	Direct	+
7	Topographic wetness index (<i>TWI</i>)	Dimensionless (unitless index)	CEM	Direct	+
8	Plan curvature (<i>pc</i>)	Dimensionless (unitless index)	CEM	Direct	+
9	Soil loss (<i>sl</i>)	ton/ha/year	USLE	Inverse	-
10	Animal habitats and species diversity (<i>ah</i>)	Number of rare and endangered species	NOM-059 (muestreo de campo), SiPlaFor ^[c]	Direct	+
11	Rare, endangered and diversity plants (<i>re</i>)	Number of rare and endangered plants	NOM-059 (muestreo de campo)	Direct	+
12	The normalized difference vegetation index (<i>NDVI</i>)	Dimensionless (unitless index)	Landsat 8 Collection ^[d]	Direct	+

[a] Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM): <https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/>

[b] Wind global atlas: <https://globalwindatlas.info/en>

[c] Sistema de Planeación Forestal (CONAFOR): Programas de Manejo Forestal maderable.

[d] Landsat 8 Collection USGS: <https://earthengine.google.com/>

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-76: Metodología de cálculo para elaborar las capas ráster de las variables ambientales utilizadas en la integración del ICA.

Variable	Ecuación	Descripción
Temperatura (<i>te</i>)	$te = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n}$	Magnitud física que permite medir el grado de calor (Picquart y Morales 2017).
Precipitación (<i>pe</i>)	$pe = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}$	Cantidad de precipitación sobre un punto de la superficie terrestre (Íñiguez et al., 2011).
Elevación (<i>el</i>)	$el = Z(x, y)$	Distancia vertical de un punto de la superficie terrestre sobre el nivel del mar (Das et al., 2022).
Densidad de energía eólica (<i>wpd</i>)	$wpd = \frac{1}{2} \rho c^3 r \left(1 + \frac{3}{k}\right)$	Indica la máxima potencia que se puede obtener por unidad de área barrida por el viento (Checa et al., 2018).
Velocidad del viento (<i>sw</i>)	$sw = \frac{V_2}{V_1} = \frac{\ln\left(\frac{h_2}{Z_0}\right)}{\ln\left(\frac{h_1}{Z_0}\right)}$	Desplazamiento del aire en un punto y en un instante determinados (Checa et al., 2018)
Pendiente de ladera (<i>slp</i>)	$slp = \arctan\left(\sqrt{p^2 + q^2}\right)$	Inclinación a la horizontal (Das et al., 2022)
Índice de humedad topográfica (<i>TWI</i>)	$TWI = \ln\left(\frac{af}{\tan \beta}\right)$	Zonas de mayor concentración de humedad (Roa-Lobo y Kamp, 2011)
Plan de curvatura (<i>pc</i>)	$pc = 2 \frac{DH^2 + EG^2 - FGH}{G^2 + H^2}$	Direction of the slope with the highest angle (Hong et al., 2016).
Grado de erosión (<i>slloss</i>)	$slloss = \frac{\sum_{i=1}^n slloss_i}{n}$	Mide el fenómeno que elimina la capa fértil del suelo (Bolaños et al., 2017)
Riqueza de animales (<i>ar</i>)	$ar = \text{Riqueza de especies}$	El número de especies presentes (García et al., 2017).
Riqueza de plantas (<i>pr</i>)	$pr = \text{Riqueza de especies}$	El número de especies presentes (García et al., 2017).

Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI)

$$NDVI = \frac{NIR - VIS}{NIR + VIS}$$

Diferencia la vegetación de otros tipos de cubierta terrestre (Chuvieco, 2010).

La información de estos índices fue colectada en un SIG y métricas de los sensores remotos (RS). El ajuste de los tamaños de píxeles para todos los factores condicionales se llevó a cabo para alinearlos a resolución de 30 metros del DEM y los datos multiespectrales Landsat 8.

Dado que los indicadores tienen una gran variabilidad en el sistema ambiental, fue necesario generar un índice que asigne mayor importancia a los indicadores con valores consistentes y menos importancia a aquellos con mayor fluctuación. El índice compuesto se puede crear aplicando ponderaciones iguales o desiguales a sus indicadores de calidad y vulnerabilidad ambiental. Este método cuantitativo determina el peso de cada indicador en función de su variabilidad, influyendo en su contribución a la evaluación global de la **calidad ambiental**.

$$W_n = \frac{1}{\sigma \left(\sum_{n=1}^k \frac{1}{\sigma_n} \right)}$$

Donde W_n , σ_n y k representan el peso del indicador normalizado, la desviación estándar del conjunto de valores para el indicador n y el número de indicadores seleccionados, respectivamente.

Los valores del rango (mínimo y máximo), la media, desviación estándar normalizada y su peso (μ , σ y W_n) se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-77. Metodología de cálculo del peso de cada indicador ambiental.

ID	Indicador (I_n)	Mínimo	Máximo	μ_n	σ_n	$1/\sigma_n$	W_n
1	Temperature (te)	18.7	20.8	0.393	0.191	5.22	0.05
2	Precipitation (pm)	546.0	773.7	0.317	0.221	4.53	0.04
3	Elevation (el)	1,236.0	1,941.0	0.437	0.194	5.16	0.05
4	Wind power density (wi)	17.13	855.5	0.920	0.061	16.49	0.15
5	Speed wind (sw)	1.94	7.4	0.743	0.118	8.51	0.08
6	Slope (sl)	0.00	74.2	0.826	0.146	6.83	0.06
7	Topographic wetness index (TWI)	-0.15	16.5	0.313	0.090	11.14	0.10
8	Plan curvature (pc)	-0.08	0.06	0.580	0.084	11.87	0.11
9	Soil loss (sl)	5.01	124.1	0.809	0.118	8.49	0.08
10	Animal habitats and species diversity (ah)	5.00	75.0	0.721	0.338	2.96	0.03
11	Rare, endangered and diversity plants (re)	1.00	118.0	0.374	0.281	3.56	0.03
12	The normalized difference vegetation index (NDVI)	0.005	0.495	0.219	0.041	24.40	0.22

Finalmente, el índice de calidad ambiental en el tiempo cero (ICA_0) quedará integrado por la expresión siguiente.

$$ICA_0 = \sum_i^k W_n \cdot I_n$$

Con el objetivo de representar geográficamente la calidad ambiental para poder lograr simulaciones en diferentes tiempos y con diferentes condiciones, fue necesario discretizar los valores de ICA en las categorías siguientes; i) **muy baja** (0.0 – 0.2); ii) **bajo** (0.2 – 0.4); iii) **moderado** (0.4 – 0.6); iv) **alto** (0.6 – 0.8) y, v) **muy alto** (0.8 – 1.0). El examen de estos valores y niveles permite la toma de decisiones informadas (objetivas) y las intervenciones específicas para mitigar los impactos asociados con las obras y actividades en cualquier tiempo y etapa.

El ráster del índice de calidad ambiental en el tiempo cero (ICA_0) y los sitios de muestreo para realizar su pronóstico en un tiempo n se muestran en la figura siguiente.

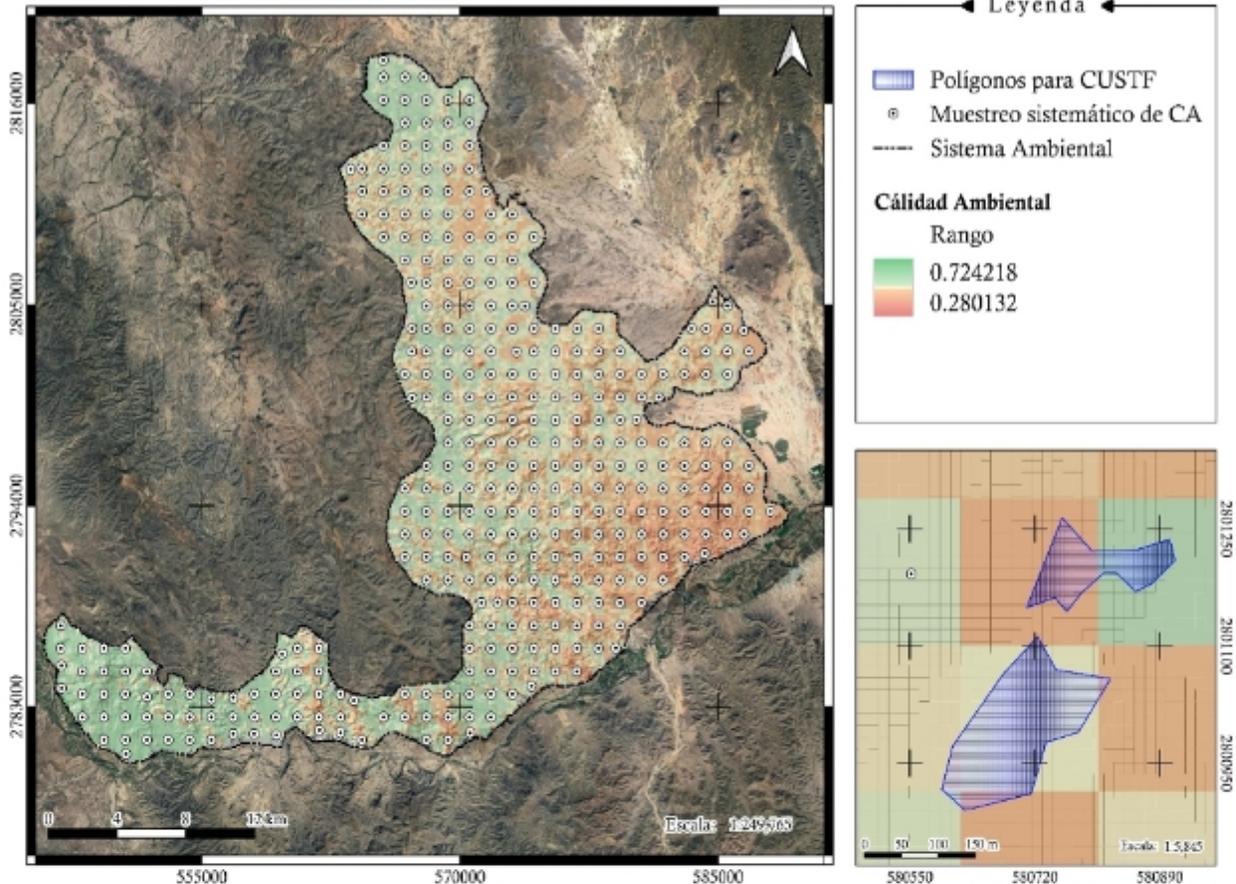


Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-19. Distribución de la calidad ambiental y de los sitios de entrenamiento.

V.1.4. Predicción del impacto (simulación)

En este estudio, se empleó el algoritmo *Random Forest* (RF) para predecir la calidad ambiental en un tiempo futuro (después de ejecutar las obras y actividades en las diferentes etapas). *Random Forest* es una técnica de aprendizaje automático (*machine-learning*) reconocida por su capacidad para manejar relaciones complejas y grandes conjuntos de datos (Breiman, 2001, Pedregosa et al., 2011). Para formular la base de datos de entrenamiento (70% de la base de datos) y validación (30% de la base de datos), se generó un muestreo sistemático aleatorio dentro del sistema ambiental, donde se extrajeron 500 valores de cada pixel de la calidad ambiental e indicadores. Los datos se distribuyeron de manera aleatoria sistemática en usando la herramienta de investigación *Create grid* de Qgis equidistantes a 1000 m. El entrenamiento y validación del algoritmo RF fue usando el paquete *randomForest* en R (R Core Team, 2024). *Random Forest* en *R Programming* es un conjunto de árboles de decisión. Crea y combina múltiples árboles de decisión para obtener predicciones más precisas. Es un algoritmo de clasificación no lineal. Cada modelo de árbol de decisión se utiliza cuando se emplea por sí solo. Se realiza una estimación de error de casos que no se utiliza al construir el árbol. Esto se denomina estimación del error de falta de bolsa y se menciona como porcentaje. El código usado para estimar el ICA₀ es el siguiente.

```
# 1. Copyright statement comment -----
# Copyright 2024
# 2. Author comment -----
# Sacramento Corral-Rivas
# 3. File description comment -----
# Compute the Environmental Quality Index
# 4. Source() and library() statements -----
# Loading package
library(caTools)
library(randomForest)
```

```

# 5. Function definitions -----
# 6. Execution statements -----
# Import data set
f01 <- read.csv("../01_Data/02IndicadoresAmb.csv")
# Splitting data in train and test data
# SplitRatio: percentage of data to use in training set
split <- sample.split(f01, SplitRatio = 0.7)
# Data for fitting the random algorithm
train <- subset(f01, split == "TRUE")
# Data for predictions with the random forest algorithm
test <- subset(f01, split == "FALSE")
# Fitting Random Forest to the train data set
set.seed(120) # Setting seed
classifier_RF = randomForest(x = train[, 3:14], y = train$ICA, ntree = 500); classifier_RF
# Predicting the Test set results
y_pred = predict(classifier_RF, newdata = test[, 3:14])
test$y_pred <- predict(classifier_RF, newdata = test[, 3:14])
# Confusion Matrix
confusion_mtx = table(test[, 2], y_pred); confusion_mtx
# Plotting model
plot(classifier_RF)
# Importance plot
importance(classifier_RF)
# Variable importance plot
varImpPlot(classifier_RF)

```

Los resultados de la matriz de entrenamiento para estimar el valor del CA_i con el algoritmo RF es la siguiente.

	Alta	Baja	Moderada	Class error
Alta	47	0	5	0.09615385
Baja	0	6	0	0.00000000
Moderada	0	0	217	0.00000000

Mientras que para la **prueba (validación)** la matriz de entrenamiento es la siguiente.

	Alta	Baja	Moderada	Class error
Alta	20	0	3	0.13043480
Baja	0	3	0	0.00000000
Moderada	0	0	111	0.00000000

Mientras que, el ajuste del modelo de predicción es el siguiente;

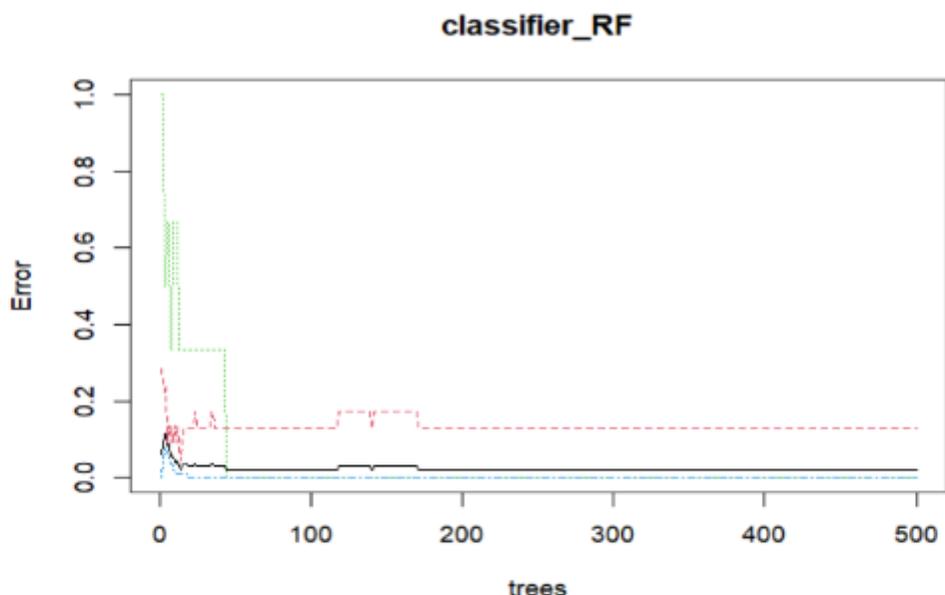
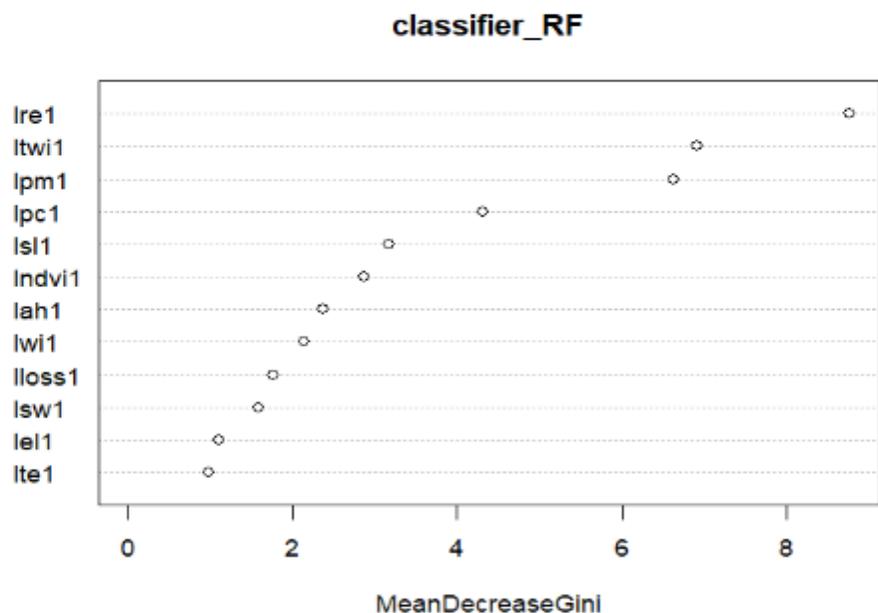


Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-20. La tasa de error se estabiliza con un aumento en el número de árboles. Las variables de importancia en las predicciones son las siguientes.



Donde: lmp1 = precipitación, lpr1 = diversidad de fauna, itwi = índices de humedad topográfica, indivi = índice de vegetación de diferencia normalizada, ire1 = diversidad de flora, lah = diversidad de fauna, lwi1 = poder y densidad del viento, lte1 = temperatura, lloss1 = erosión, lsw1 = velocidad del viento, lel1 = elevación, lsl1 = pendiente e lpc1 = curvatura del terreno.

En vista del gráfico anterior los indicadores ambientales en orden de importancia que más contribuyen en describir la calidad ambiental son la diversidad de flora, humedad topográfica, precipitación, curvatura del terreno y pendiente

Conclusión. Con el algoritmo RF es posible predecir la calidad ambiental en un tiempo futuro, así lo evidencian la validación (y_{pred}), por tanto, para su uso solo será necesario alimentar la base de datos con los cambios esperados en cada indicador (i.e. al eliminar la cubierta vegetal se modifica el valor de pixel de los ráster NDVI, erosión, etc.) después de realizar las obras y actividades en un tiempo 2 (ICA₂). Esta metodología es 100% commensurable y su validez depende de la calidad de información que se alimente al algoritmo RF.

V.1.5. Criterios y metodología de evaluación

El valor de las Unidades de Importancia Ambiental (UIA) se estima considerando la diferencia de dos escenarios; **UIA₀** en el estado actual (sin obras), es decir, no considera las obras y actividades en la etapa que se evalúa y, **UIA₂** considera el pronóstico del parámetro ambiental una vez que se realizaron las obras y actividades para la etapa que se evalúa, es decir, cuál será el escenario esperado después de realizar las obras y actividades en la etapa que se evalúa (cambio en los indicadores ambientales). La expresión resultante es la siguiente:

$$CA_N = UIA_2 - UIA_0$$

El valor de la Calidad Ambiental Neta (**CA_N**) puede resultar ser negativo (adverso) o positivo (beneficioso) y, considerando que las UIA evaluadas para cada parámetro son conmensurables, se suman y se evalúa el impacto global con distintas alternativas para obtener la óptima (minimizar impactos negativos o maximizar impactos positivos) considerando las obras y actividades a desarrollar en cada etapa. El impacto total será la suma de cada uno de los impactos netos (**IN**) expresados en sus correspondientes UIA, cuanto más cercano sea su valor a 1,000 (valor óptimo), más positivo es el impacto y cuanto más bajo, más desfavorable. La metodología dispone de un sistema de alertas por considerar la magnitud del impacto ante la presencia de algunas situaciones críticas. Aunque el impacto global sea admisible, puede haber ciertos parámetros que pueden tener afectaciones considerables que no están dentro de los límites admisibles. Ante tal situación se establece un sistema de semáforo que considera las categorías siguientes; i) azul (compatible) > -0.2, ii) verde (moderado) >= -0.4, iii) amarillo (notable) >= -0.6, iv) naranja (crítico) >= -0.8 y, v) rojo (inaceptable) < -0.8. Finalmente, la valoración cuantitativa consiste en determinar la calidad ambiental del factor afectado por el impacto mediante la función de transformación adecuada, para la obtención de unidades de impacto neto (conmensurables), su contribución a la situación del medio vendrá disminuida en el mismo porcentaje que su calidad (UIA). Se aplica la valoración a la situación CON obras y actividades (**CA₂**) y SIN obras y actividades (**CA₀**), de cuya diferencia se tendrá el impacto neto (**CA_N**) y la sumatoria de este último representa la valoración global o de comparación de alternativas.

V.1.5.1. Caracterización y valoración de los impactos

En este estudio se utilizó la matriz de Batelle – Columbus modificada para estimar el impacto ambiental neto considerando el **ICA₀** estimado en el tiempo cero y el **ICA₂** (simulación) estimado con el algoritmo RF, cuando se modifican los indicadores ambientales por las obras y actividades en cada etapa. Ambos escenarios se mantienen en una escala de 0 a 1, para poder caracterizar la importancia del impacto en el sistema de alerta de la matriz Batelle – Columbus. Si bien es cierto que el ICA oscila en un rango de 0.28 – 0.72, este se ponderó a la escala de 0 – 1 para cumplir con los criterios metodológicos de la matriz de Batelle – Columbus. La estimación del impacto neto (**IN**) para cada etapa es el siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-78. Matriz de Batelle – Columbus para la etapa de preparación del sitio.

CATEGORÍA	COMPONENTES	PARAMÉTROS	Índice de CA		CA _N Alerta	UIA	UIP		Impacto neto
			CA ₀	CA ₂			IN ₀	IN ₂	
Biótico	Flora	Desmonte	0.72	0.25	-0.47	80	57.6	20.0	-37.6
Biótico	Flora	Fragmentación	0.54	0.26	-0.28	40	21.6	10.4	-11.2
Biótico	Flora	Estructura y composición	0.41	0.21	-0.2	60	24.6	12.6	-12.0
Biótico	Flora	Biodiversidad	0.54	0.29	-0.25	40	21.6	11.6	-10.0
Biótico	Flora	Especies de interés	0.61	0.41	-0.2	20	12.2	8.2	-4.0
Biótico	Fauna	Desplazamiento	0.71	0.50	-0.21	25	17.8	12.5	-5.3
Biótico	Fauna	Mortandad	0.51	0.47	-0.04	20	10.2	9.4	-0.8
Biótico	Fauna	Abundancia	0.69	0.48	-0.21	40	27.6	19.2	-8.4
Biótico	Fauna	Biodiversidad	0.61	0.54	-0.07	40	24.4	21.6	-2.8
Biótico	Fauna	Especies de interés	0.64	0.32	-0.32	40	25.6	12.8	-12.8
Físico	Topografía	Pendiente	0.68	0.31	-0.37	20	13.6	6.2	-7.4
Físico	Topografía	Relieve	0.67	0.29	-0.38	10	6.7	2.9	-3.8
Físico	Topografía	Orientación	0.52	0.34	-0.18	10	5.2	3.4	-1.8
Físico	Topografía	Curvatura	0.48	0.31	-0.17	10	4.8	3.1	-1.7

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

Físico	Suelo	Contaminación	0.62	0.55	-0.07	20	12.4	11.0	-1.4
Físico	Suelo	Compactación	0.67	0.28	-0.39	20	13.4	5.6	-7.8
Físico	Suelo	Temperatura	0.64	0.49	-0.15	10	6.4	4.9	-1.5
Físico	Suelo	Materia orgánica	0.45	0.36	-0.09	30	13.5	10.8	-2.7
Físico	Suelo	Erosión hídrica	0.62	0.55	-0.07	50	31.0	27.5	-3.5
Físico	Suelo	Erosión eólica	0.71	0.41	-0.3	50	35.5	20.5	-15.0
Físico	Suelo	Remoción	0.70	0.29	-0.41	20	14.0	5.8	-8.2
Físico	Agua	Contaminación	0.62	0.40	-0.22	25	15.5	10.0	-5.5
Físico	Agua	Escurrimiento superficial e infiltración	0.71	0.36	-0.35	45	32.0	16.2	-15.8
Físico	Agua	Evapotranspiración	0.68	0.32	-0.36	25	17.0	8.0	-9.0
Físico	Aire	Olor	0.64	0.57	-0.07	10	6.4	5.7	-0.7
Físico	Aire	Visibilidad	0.48	0.38	-0.1	5	2.4	1.9	-0.5
Físico	Aire	Partículas sólidas disueltas	0.69	0.34	-0.35	20	13.8	6.8	-7.0
Físico	Aire	Ruidos	0.70	0.36	-0.34	20	14.0	7.2	-6.8
Físico	Paisaje	Calidad	0.72	0.54	-0.18	20	14.4	10.8	-3.6
Físico	Paisaje	Visitantes	0.68	0.51	-0.17	20	13.6	10.2	-3.4
Físico	Infraestructura	Camino	0.54	0.62	0.08	20	10.8	12.4	1.6
Físico	Infraestructura	Líneas eléctricas	0.49	0.52	0.03	10	4.9	5.2	0.3
Físico	Infraestructura	Edificaciones	0.32	0.41	0.09	5	1.6	2.1	0.5
Socioeconómico	Valores históricos	Personajes	0.68	0.68	0	10	6.8	6.8	0.0
Socioeconómico	Cultura	Grupos étnicos	0.51	0.51	0	10	5.1	5.1	0.0
Socioeconómico	Centros de población	Interacciones comerciales directas	0.30	0.58	0.28	20	6.0	11.6	5.6
Socioeconómico	Centros de población	Interacciones comerciales indirectas	0.33	0.54	0.21	20	6.6	10.8	4.2
Socioeconómico	Estilos de vida	Oportunidad de empleo	0.28	0.71	0.43	30	8.4	21.3	12.9
Socioeconómico	Estilos de vida	Calidad de vida (salud)	0.31	0.69	0.38	30	9.3	20.7	11.4

El resumen de la valoración cuantitativa del impacto neto para cada componente ambiental se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-79. Estimación del impacto neto en la etapa de preparación del sitio.

COMPONENTES	UIA	UIP		IMPACTO NETO
		UIA ₀	UIA ₂	
Flora	240	137.6	62.8	-74.8
Fauna	165	105.6	75.5	-30.1
Topografía	50	30.3	15.6	-14.7
Suelo	200	126.2	86.1	-40.1
Agua	95	64.5	34.2	-30.3
Aire	55	36.6	21.6	-15.0
Paisaje	40	28.0	21.0	-7.0
Infraestructura	35	17.3	19.7	2.4
Valores históricos	10	6.8	6.8	0.0
Cultura	10	5.1	5.1	0.0
Centros de población	40	12.6	22.4	9.8
Estilos de vida	60	17.7	42.0	24.3
Total	1,000	588.20	412.75	-175.45

La metodología de cálculo de la matriz de Bettella – Columbus para estimar el impacto neto en la etapa de operación y mantenimiento es la siguiente.

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-80. Matriz de Batelle - Columbus para la etapa de operación y mantenimiento.

CATEGORÍA	COMPONENTES	PARAMÉTRIOS	Índice de CA		CA _N Alerta	UIA	UIP		Impacto neto
			CA ₀	CA ₂			IN ₀	IN ₂	
Biótico	Flora	Desmonte	0.72	0.64	-0.08	80	57.6	51.2	-6.4
Biótico	Flora	Fragmentación	0.54	0.39	-0.15	40	21.6	15.6	-6.0
Biótico	Flora	Estructura y composición	0.41	0.32	-0.09	60	24.6	19.2	-5.4
Biótico	Flora	Biodiversidad	0.54	0.38	-0.16	40	21.6	15.2	-6.4
Biótico	Flora	Especies de interés	0.61	0.49	-0.12	20	12.2	9.8	-2.4
Biótico	Fauna	Desplazamiento	0.71	0.58	-0.13	25	17.8	14.5	-3.3
Biótico	Fauna	Mortandad	0.51	0.49	-0.02	20	10.2	9.8	-0.4
Biótico	Fauna	Abundancia	0.69	0.49	-0.20	40	27.6	19.6	-8.0
Biótico	Fauna	Biodiversidad	0.61	0.43	-0.18	40	24.4	17.2	-7.2
Biótico	Fauna	Especies de interés	0.64	0.57	-0.07	40	25.6	22.8	-2.8
Físico	Topografía	Pendiente	0.68	0.34	-0.34	20	13.6	6.8	-6.8
Físico	Topografía	Relieve	0.67	0.31	-0.36	10	6.7	3.1	-3.6
Físico	Topografía	Orientación	0.52	0.48	-0.04	10	5.2	4.8	-0.4
Físico	Topografía	Curvatura	0.48	0.41	-0.07	10	4.8	4.1	-0.7
Físico	Suelo	Contaminación	0.62	0.54	-0.08	20	12.4	10.8	-1.6
Físico	Suelo	Compactación	0.67	0.30	-0.37	20	13.4	6.0	-7.4
Físico	Suelo	Temperatura	0.64	0.52	-0.12	10	6.4	5.2	-1.2
Físico	Suelo	Materia orgánica	0.45	0.31	-0.14	30	13.5	9.3	-4.2
Físico	Suelo	Erosión hídrica	0.62	0.32	-0.30	50	31.0	16.0	-15.0
Físico	Suelo	Erosión eólica	0.71	0.30	-0.41	50	35.5	15.0	-20.5
Físico	Suelo	Remoción	0.70	0.29	-0.41	20	14.0	5.8	-8.2
Físico	Agua	Contaminación	0.62	0.54	-0.08	25	15.5	13.5	-2.0
Físico	Agua	Escorrentamiento superficial e infiltración	0.71	0.50	-0.21	45	32.0	22.5	-9.5
Físico	Agua	Evapotranspiración	0.68	0.62	-0.06	25	17.0	15.5	-1.5
Físico	Aire	Olor	0.64	0.45	-0.19	10	6.4	4.5	-1.9
Físico	Aire	Visibilidad	0.48	0.30	-0.18	5	2.4	1.5	-0.9
Físico	Aire	Partículas sólidas disueltas	0.69	0.28	-0.41	20	13.8	5.6	-8.2
Físico	Aire	Ruidos	0.70	0.32	-0.38	20	14.0	6.4	-7.6
Físico	Paisaje	Calidad	0.72	0.50	-0.22	20	14.4	10.0	-4.4
Físico	Paisaje	Visitantes	0.68	0.60	-0.08	20	13.6	12.0	-1.6
Físico	Infraestructura	Caminos	0.54	0.71	0.17	20	10.8	14.2	3.4
Físico	Infraestructura	Líneas eléctricas	0.49	0.51	0.02	10	4.9	5.1	0.2
Físico	Infraestructura	Edificaciones	0.32	0.39	0.07	5	1.6	2.0	0.4
Socioeconómico	Valores históricos	Personajes	0.68	0.69	0.01	10	6.8	6.9	0.1
Socioeconómico	Cultura	Grupos étnicos	0.51	0.54	0.03	10	5.1	5.4	0.3
Socioeconómico	Centros de población	Interacciones comerciales directas	0.30	0.51	0.21	20	6.0	10.2	4.2
Socioeconómico	Centros de población	Interacciones comerciales indirectas	0.33	0.56	0.23	20	6.6	11.2	4.6
Socioeconómico	Estilos de vida	Oportunidad de empleo	0.28	0.71	0.43	30	8.4	21.3	12.9
Socioeconómico	Estilos de vida	Calidad de vida (salud)	0.31	0.69	0.38	30	9.3	20.7	11.4

El resumen de la valoración cuantitativa del impacto neto para cada componente ambiental se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-81. Estimación del impacto neto en la etapa de operación y mantenimiento.

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

COMPONENTES	UIA	UIP		IMPACTO NETO
		UIA ₀	UIA ₂	
Flora	240	137.6	111.0	-26.6
Fauna	165	105.6	83.9	-21.7
Topografía	50	30.3	18.8	-11.5
Suelo	200	126.2	65.5	-60.7
Agua	95	64.5	51.5	-13.0
Aire	55	36.6	18.0	-18.6
Paisaje	40	28.0	22.0	-6.0
Infraestructura	35	17.3	21.3	4.0
Valores históricos	10	6.8	6.9	0.1
Cultura	10	5.1	5.4	0.3
Centros de población	40	12.6	21.4	8.8
Estilos de vida	60	17.7	42.0	24.3
Total	1,000	588.20	467.65	-120.55

La metodología de cálculo de la matriz de Bettella – Columbus para estimar el impacto neto en la etapa de abandono del sitio es la siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-82. Matriz de Batelle - Columbus para la etapa de abandono del sitio.

CATEGORÍA	COMPONENTES	PARAMÉTROS	Índice de CA		CA _v Alerta	UIA	UIP		Impacto neto	
			CA ₀	CA ₂			IN ₀	IN ₂		
Biótico	Flora	Desmonte	0.72	0.76	0.04	80	57.6	60.8	3.2	
Biótico	Flora	Fragmentación	0.54	0.48	-0.06	40	21.6	19.2	-2.4	
Biótico	Flora	Estructura y composición	0.41	0.38	-0.03	60	24.6	22.8	-1.8	
Biótico	Flora	Biodiversidad	0.54	0.47	-0.07	40	21.6	18.8	-2.8	
Biótico	Flora	Especies de interés	0.61	0.58	-0.03	20	12.2	11.6	-0.6	
Biótico	Fauna	Desplazamiento	0.71	0.69	-0.02	25	17.7 5	17.3	-0.5	
Biótico	Fauna	Mortandad	0.51	0.49	-0.02	20	10.2	9.8	-0.4	
Biótico	Fauna	Abundancia	0.69	0.67	-0.02	40	27.6	26.8	-0.8	
Biótico	Fauna	Biodiversidad	0.61	0.59	-0.02	40	24.4	23.6	-0.8	
Biótico	Fauna	Especies de interés	0.64	0.57	-0.07	40	25.6	22.8	-2.8	
Físico	Topografía	Pendiente	0.68	0.71	0.03	20	13.6	14.2	0.6	
Físico	Topografía	Relieve	0.67	0.62	-0.05	10	6.7	6.2	-0.5	
Físico	Topografía	Orientación	0.52	0.5	-0.02	10	5.2	5.0	-0.2	
Físico	Topografía	Curvatura	0.48	0.448	-0.032	10	4.8	4.5	-0.3	
Físico	Suelo	Contaminación	0.62	0.6	-0.02	20	12.4	12.0	-0.4	
Físico	Suelo	Compactación	0.67	0.61	-0.06	20	13.4	12.2	-1.2	
Físico	Suelo	Temperatura	0.64	0.62	-0.02	10	6.4	6.2	-0.2	
Físico	Suelo	Materia orgánica	0.45	0.39	-0.06	30	13.5	11.7	-1.8	
Físico	Suelo	Erosión hídrica	0.62	0.58	-0.04	50	31	29.0	-2.0	
Físico	Suelo	Erosión edáfica	0.71	0.54	-0.17	50	35.5	27.0	-8.5	
Físico	Suelo	Remoción	0.70	0.94	0.24	20	14	18.8	4.8	
Físico	Agua	Contaminación	0.62	0.58	-0.04	25	15.5	14.5	-1.0	
Físico	Agua	Escurrimiento superficial infiltración	e	0.71	0.67	-0.04	45	31.9 5	30.2	-1.8
Físico	Agua	Evapotranspiración	0.68	0.67	-0.01	25	17	16.8	-0.3	
Físico	Aire	Olor	0.64	0.58	-0.06	10	6.4	5.8	-0.6	

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

Físico	Aire	Visibilidad	0.48	0.34	-0.14	5	2.4	1.7	-0.7
Físico	Aire	Partículas sólidas disueltas	0.69	0.51	-0.18	20	13.8	10.2	-3.6
Físico	Aire	Ruidos	0.70	0.51	-0.19	20	14	10.2	-3.8
Físico	Paisaje	Calidad	0.72	0.64	-0.08	20	14.4	12.8	-1.6
Físico	Paisaje	Visitantes	0.68	0.54	-0.14	20	13.6	10.8	-2.8
Físico	Infraestructura	Camino	0.54	0.61	0.07	20	10.8	12.2	1.4
Físico	Infraestructura	Líneas eléctricas	0.49	0.64	0.15	10	4.9	6.4	1.5
Físico	Infraestructura	Edificaciones	0.32	0.41	0.09	5	1.6	2.1	0.5
Socioeconómico	Valores históricos	Personajes	0.68	0.74	0.06	10	6.8	7.4	0.6
Socioeconómico	Cultura	Grupos étnicos	0.51	0.54	0.03	10	5.1	5.4	0.3
Socioeconómico	Centros de población	Interacciones comerciales directas	0.30	0.48	0.18	20	6	9.6	3.6
Socioeconómico	Centros de población	Interacciones comerciales indirectas	0.33	0.52	0.19	20	6.6	10.4	3.8
Socioeconómico	Estilos de vida	Oportunidad de empleo	0.28	0.65	0.37	30	8.4	19.5	11.1
Socioeconómico	Estilos de vida	Calidad de vida (salud)	0.31	0.65	0.34	30	9.3	19.5	10.2

El resumen de la valoración cuantitativa del impacto neto para cada componente ambiental se presenta en el cuadro siguiente.

COMPONENTES	UIA	UIP		IMPACTO NETO
		UIA ₀	UIA ₂	
Flora	240	137.6	133.2	-4.4
Fauna	165	105.6	100.3	-5.3
Topografía	50	30.3	29.9	-0.4
Suelo	200	126.2	116.9	-9.3
Agua	95	64.5	61.4	-3.1
Aire	55	36.6	27.9	-8.7
Paisaje	40	28.0	23.6	-4.4
Infraestructura	35	17.3	20.7	3.4
Valores históricos	10	6.8	7.4	0.6
Cultura	10	5.1	5.4	0.3
Centros de población	40	12.6	20.0	7.4
Estilos de vida	60	17.7	39.0	21.3
Total	1,000	588.20	585.58	-2.62

Gráficamente el impacto neto (IN) para cada componente ambiental se puede observar en las gráficas siguientes.

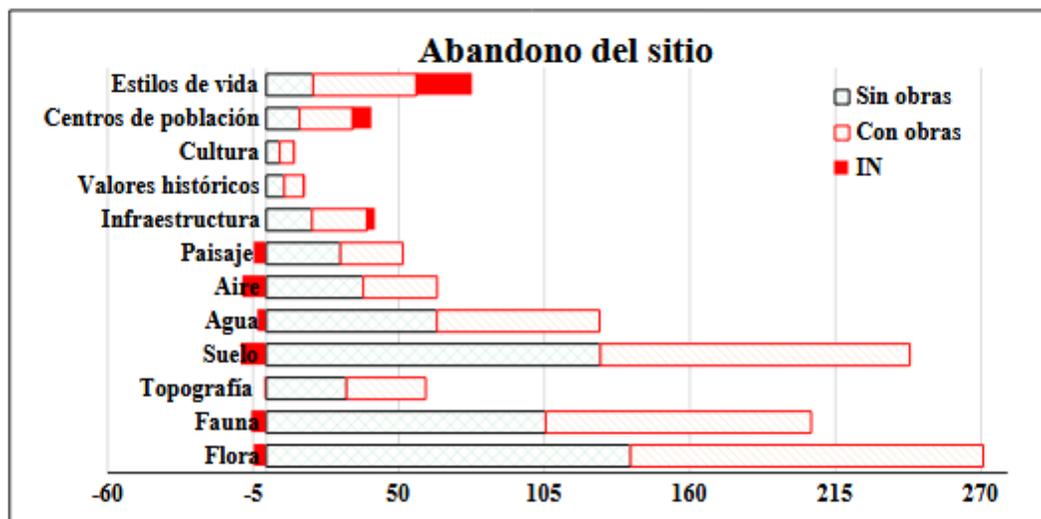
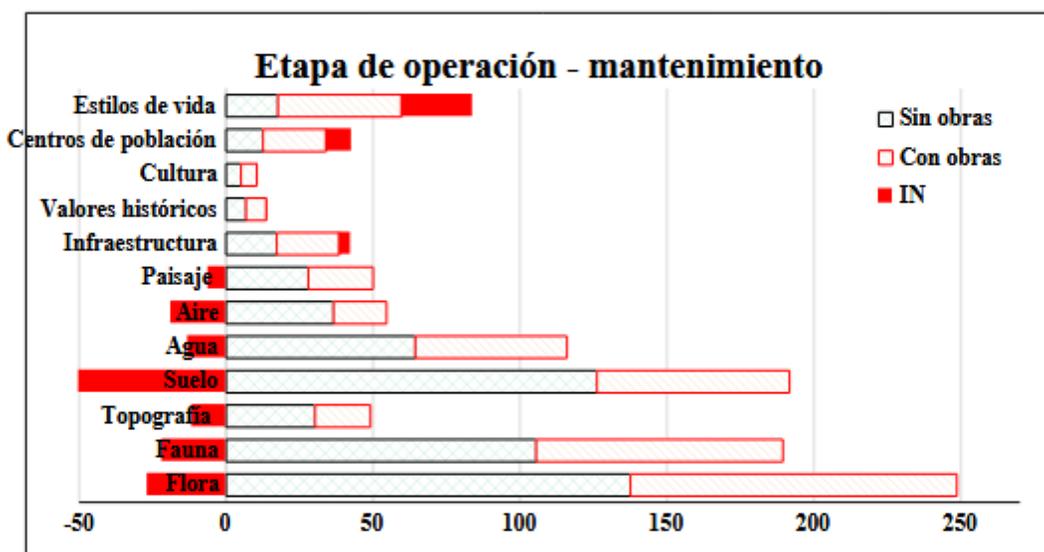
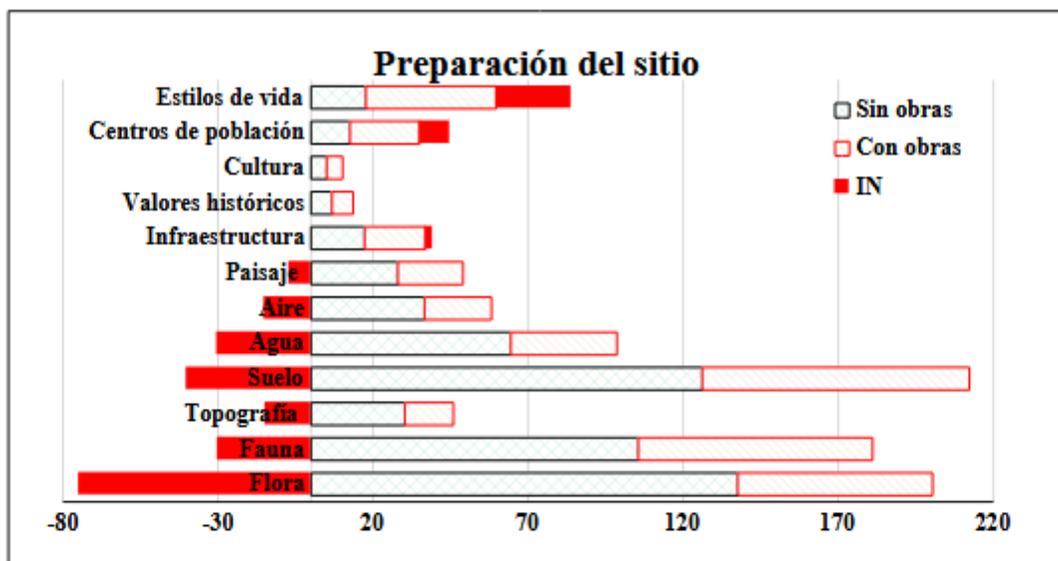


Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-21. Distribución del impacto neto (IN) de los componentes ambientales por etapa

Finalmente, el resultado del impacto neto por etapa es el siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-83. Impacto neto por etapa.

COMPONENTES	IMPACTO NETO POR ETAPA		
	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento	Abandono del sitio
Flora	-74.8	-26.6	-4.4
Fauna	-30.1	-21.7	-5.3
Topografía	-14.7	-11.5	-0.4
Suelo	-40.1	-60.7	-9.3
Agua	-30.3	-13.0	-3.1
Aire	-15.0	-18.6	-8.7
Paisaje	-7.0	-6.0	-4.4
Infraestructura	2.4	4.0	3.4
Valores históricos	0.0	0.1	0.6
Cultura	0.0	0.3	0.3
Centros de población	9.8	8.8	7.4
Estilos de vida	24.3	24.3	21.3
Total	-175.5	-120.6	-2.6

Derivado del análisis, se observó que los componentes que presentan el mayor impacto negativo son la flora y el suelo. La **flora** resultará más afectada durante la fase de preparación del sitio, con un valor de impacto de **-74.8**, debido a que el área en cuestión no ha sido modificada por actividades antropogénicas y se encuentra en su estado natural. La vegetación predominante corresponde a los ecosistemas de matorral desértico micrófilo, la cual será removida por completo durante las obras de preparación, lo que generará una alteración significativa no solo en la cobertura vegetal, sino también en la fertilidad del suelo, el contenido de materia orgánica, la infiltración de agua, y un incremento en los procesos de erosión eólica e hídrica. No obstante, una vez removida la vegetación y comenzada la etapa de operación y mantenimiento, este impacto disminuirá gradualmente, reduciéndose a un valor de **-26.6**, ya que no se espera más remoción de vegetación en la zona intervenida. Sin embargo, se mantiene como un impacto negativo, dado que las obras limitarán el crecimiento vegetal. Finalmente, durante la etapa de abandono, el impacto será menos evidente, puesto que se implementarán medidas de mitigación orientadas a la restitución del sitio, aunque este proceso no será inmediato. A pesar de ello, el impacto se considera negativo, con un valor de **-4.4**, ya que la recuperación ecológica dependerá de una serie de acciones que busquen contrarrestar los efectos adversos del proyecto.

El **suelo**, por su parte, presentará un impacto negativo de **-40.1** durante la fase de preparación del sitio, debido principalmente a la remoción de la vegetación. Este proceso expondrá el suelo, haciéndolo vulnerable a la erosión, pérdida de suelos fértiles y compactación por el tránsito continuo de vehículos en el área. Sin embargo, el impacto más severo en este componente ocurrirá durante la fase de operación y mantenimiento, con un valor de **-60.7**, como consecuencia de la explotación de arena de bentonita en toda la zona del proyecto. Esta actividad generará un impacto permanente, ya que el suelo extraído no podrá ser restaurado, afectando irreversiblemente sus propiedades y funciones. A pesar de esto, la explotación se llevará a cabo únicamente en las áreas designadas, sin afectar las zonas circundantes, lo que contribuirá a preservar las funciones naturales de los ecosistemas en el área de influencia. Además, dado que en la mayor parte de esta zona existe abundancia de bentonita, se considera que la extracción no comprometerá su estabilidad. Por el contrario, fomentará una economía circular, generando empleos, proporcionando materiales de alta calidad y mejorando la calidad de vida de las comunidades cercanas. Durante la fase de abandono, el impacto negativo será menor, con un valor de **-9.3**, ya que en esta etapa se suspenderá la explotación y se implementarán obras de mitigación y restauración orientadas a la recuperación del sitio.

La fauna está estrechamente vinculada con la flora, por lo que cualquier alteración en la vegetación afectará negativamente a las especies que habitan estos ecosistemas. En consecuencia, la **fauna** registró su mayor impacto negativo durante la fase de preparación del sitio, con un valor de **-30.1**, ya que en esta etapa se llevará a cabo la remoción de la vegetación, lo que provocará una modificación del hábitat natural de las especies presentes en el área del proyecto. Sin embargo, en los alrededores del sitio existe vegetación con características similares, lo que

proporcionará refugio para aquellas especies de desplazamiento lento que se vean afectadas por las obras de preparación del terreno. Este factor mitigante permitirá que, aunque el impacto sea significativo, algunas especies puedan adaptarse o reubicarse en áreas cercanas. En las etapas de operación y mantenimiento este componente presenta un valor de **-21.7** el cual es producto del desplazamiento de la fauna por la presencia y ruido de la maquinaria, lo que perturbará la tranquilidad del sitio y obligará a la fauna a desplazarse a zonas más tranquilas donde el ruido sea mucho menos perceptible. Por otro lado, el valor durante el abandono del sitio es de **-5.3**, lo que indica que este componente será mínimamente afectado. En esta etapa, las actividades se limitarán principalmente a la presencia ocasional de vehículos, que circularán en la zona durante el proceso de restauración del área. Debido a la reducción significativa de las intervenciones humanas y la ausencia de trabajo intensivos como los realizados en fases anteriores, la fauna local podrá comenzar con un proceso de adaptación a las nuevas condiciones ambientales. Además, las medidas de mitigación y restauración implementadas para la recuperación del área favorecerán gradualmente la restauración del hábitat, lo que permitirá una regeneración parcial de las dinámicas ecológicas, reduciendo así el impacto a niveles casi imperceptibles para las especies.

Los componentes como el aire y el agua mostrarán impactos acumulados similares, derivados de la explotación de arena de bentonita. En el caso del **agua**, durante la fase de preparación del sitio se registró un impacto de **-30.3**, dado que la remoción de la vegetación afectará la tasa de infiltración y la escorrentía superficial, alterando su comportamiento y provocando una disminución de ambas. Este será el momento en que se presente el mayor impacto negativo, aunque se estima que el daño no será significativo, ya que no se prevén modificaciones en los cauces, contaminación directa ni efectos adversos considerables sobre el recurso hídrico. En la etapa de operación y mantenimiento, el impacto será menor, con un valor de **-13.0**, lo que indica una reducción de las afectaciones a este recurso. Las principales medidas de mitigación estarán enfocadas en evitar la contaminación por aceites, combustibles y residuos sólidos, lo que contribuirá a minimizar las potenciales afectaciones al agua. Finalmente, durante la fase de abandono del sitio, se espera una disminución aún mayor en el impacto negativo sobre este componente, con un valor de **-3.1**, debido a que las alteraciones serán mínimas y estarán asociadas a la presencia esporádica de personal y vehículos en el área, lo que reducirá considerablemente el riesgo de afectar el recurso hídrico.

El **aire**, por su parte, presentó un impacto acumulado de **-15.0** durante la fase de preparación del sitio, asociado principalmente a la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) producidos por la combustión de los motores de maquinaria, lo que afectará el entorno natural del área. Durante la operación y mantenimiento, se registrará el mayor impacto, con un valor de **-18.6**, debido a la combinación de la generación de GEI y la dispersión de partículas de polvo, lo que podría ser perjudicial para el personal en el sitio. Sin embargo, como medida preventiva, todo el personal contará con equipo de protección para minimizar los riesgos a la salud. Además, para mitigar los efectos de los GEI, se ha podido establecer que la vegetación presente en el área de influencia tiene la capacidad de absorber dichas emisiones, lo que reduce la representatividad del impacto. En la etapa de abandono, el impacto sobre el aire será mínimo, con un valor de **-3.1**, indicando que la alteración en este componente será apenas perceptible, debido a la menor actividad vehicular y la limitada presencia de maquinaria, lo que hace que este impacto sea considerado insignificante.

Componentes como la **topografía** sufrirán pocas alteraciones derivadas de la explotación de bentonita. Durante la fase de preparación del sitio, este componente presentó un valor acumulado de **-14.7**, vinculado a la modificación del entorno natural, ya que el área no presenta actualmente alteraciones por actividades antrópicas. En la etapa de operación y mantenimiento, la pendiente, relieve, curvatura y orientación del terreno experimentarán leves modificaciones, dado que la extracción de bentonita es un proceso superficial que no compromete la estabilidad del terreno. Al tratarse de una explotación localizada en una pequeña área, el impacto será poco perceptible y no alterará significativamente la funcionalidad del ecosistema circundante. En las fases de operación y mantenimiento, así como en el abandono del sitio, este componente mostró valores de **-11.5** y **-0.4**, respectivamente, lo que indica que el impacto sobre la topografía será mínimo y manejable, sin generar riesgos a la integridad del terreno.

Otro componente que presentará alteraciones sin comprometer su estabilidad es el **paisaje**. Desde el inicio de las actividades, la remoción de la vegetación modificará el entorno natural, ya que actualmente la zona del proyecto alberga vegetación endémica, incluyendo algunas especies enlistadas en la **NOM-059** bajo alguna categoría de protección. Además, el paisaje cuenta con una diversidad de elementos naturales y fauna, lo que le otorga una alta calidad visual y naturalidad. Durante la fase de preparación del sitio, este componente registró un impacto de **-7.0**, ya que la transformación será visible por la pérdida de vegetación. En la etapa de operación y mantenimiento, el valor de impacto disminuye a **-6.0**, reflejando que, aunque las actividades continuarán, el cambio visual será moderado. Finalmente, durante la fase de abandono del sitio, el impacto en el paisaje se reduce aún más a **-4.4**, dado que las obras

de restauración y mitigación previstas favorecerán una recuperación gradual de la naturalidad del área, minimizando las alteraciones visuales a largo plazo.

Los elementos con los valores positivos más bajos son los relacionados con el **valor histórico** y la **cultura**. El análisis socioeconómico realizado, que incluyó visitas e inspecciones al sitio, reveló que tanto en el área del proyecto como en su área de influencia no existen elementos de valor arqueológico ni zonas indígenas que puedan sufrir alteraciones. Esto se debe a que el proyecto está ubicado en una zona específica que carece de elementos raros o de valor histórico. Los resultados del análisis para estos componentes indican que, durante la fase de preparación del sitio, ambos presentaron un valor de **0.0**, lo que confirma la ausencia de impacto. Durante la etapa de operación y mantenimiento, los valores fueron de **0.1** para los elementos históricos y **0.3** para la cultura, reflejando un impacto insignificante. Finalmente, en la fase de abandono del sitio, los valores aumentaron ligeramente a **0.6** y **0.3**, respectivamente, lo que sugiere que estas categorías mantendrán un impacto mínimo, probablemente relacionado con la implementación de medidas de mitigación y restauración.

La **infraestructura** es otro componente que presenta valores positivos, aunque se debe destacar que en el frente de obra no será necesaria la instalación de estructuras temporales, ya que el proyecto implica la explotación a cielo abierto y el posterior transporte del material a la planta de beneficio para su tratamiento. Esto significa que no se prevé el desarrollo de obras civiles permanentes en el sitio, lo que reduce de manera significativa los impactos negativos sobre el entorno natural. Los valores resultantes del análisis para este componente reflejan este enfoque, con un impacto positivo de **2.4** durante la fase de preparación del sitio, un aumento a **4.0** durante la operación y mantenimiento, debido a la mejora en la infraestructura existente y la logística de transporte, y una ligera disminución a **3.4** en la etapa de abandono del sitio, cuando la infraestructura restante será retirada y se restaurará el área, minimizando cualquier alteración al ambiente. Este enfoque contribuye a mantener la estabilidad del entorno y a optimizar el uso de los recursos.

El elemento denominado **centros de población** se refiere a las mejoras en la calidad de vida de los núcleos de población dentro del área de influencia (AI), dado que una de las principales ventajas de las actividades de explotación es el incremento en los ingresos de las familias locales, lo que genera una derrama económica significativa en la zona. Esto se traduce en una mejora de las condiciones de vida tanto para los trabajadores como para sus familias. Aunque se prevé un impacto positivo en la economía local, el valor estimado durante la fase de preparación del sitio es de 9.8, ya que desde el inicio de las actividades será notable el impacto en el AI, debido a la alta demanda de mano de obra para las tareas de preparación, como la remoción de vegetación. Durante la operación y mantenimiento, el impacto se mantendrá en un valor similar, con 8.8, ya que las actividades se centrarán en la extracción y transporte de bentonita, lo que continuará generando empleo, aunque en menor medida. Finalmente, en la fase de abandono del sitio, el valor desciende a 7.4, ya que la demanda de mano de obra disminuirá, centrándose en las labores de restitución y mitigación del terreno, lo que implica una menor actividad económica, aunque aún con beneficios para la comunidad local.

Por último, el elemento denominado **estilo de vida** presentó los valores positivos más elevados, lo que indica que será el componente que mantendrá los mayores beneficios entre todos los analizados. Esto se debe principalmente al impacto positivo en el desarrollo social y la calidad de vida de los habitantes del área de influencia. Los principales beneficios incluyen la creación de empleos bien remunerados, el acceso a seguro médico para los trabajadores y sus familias, y la generación de nuevos empleos como resultado de la derrama económica en los centros de población. Durante la fase de preparación del sitio, el valor registrado es de **24.3**, debido a la alta demanda de mano de obra y los beneficios económicos inmediatos. En la etapa de operación y mantenimiento, el valor se mantiene elevado, con **24.3**, ya que, aunque disminuye ligeramente la creación de nuevos empleos, el desarrollo económico sigue siendo significativo gracias a la estabilidad laboral y el impulso económico en la región. Finalmente, en la fase de abandono, el valor sigue siendo positivo, pero se reduce a **18.7**, ya que la demanda de empleo disminuye, aunque se prevé que los efectos positivos en la comunidad se mantengan a largo plazo gracias a la infraestructura y el desarrollo social generados durante el proyecto.

V.1.5.2 Identificación y globalización de los impactos adversos

En la identificación y globalización de los impactos relevantes adversos se consideró el proceso analítico siguiente.

- i. Se identificó el grado de alerta del impacto por etapa (colores amarillo, naranja y rojo), así como su ocurrencia.
- ii. Se filtraron los parámetros por componente ambiental que tienen los valores más bajos (negativos).

iii. Se definieron los impactos negativos y su ocurrencia en las etapas.

El resultado del escrutinio de los impactos adversos relevantes se presenta en el cuadro siguiente.

Categoría	Componentes	Parámetros	Impactos negativos detectados	Etapas del impacto
Biótico	Flora	Desmonte	Modificación de la abundancia y diversidad de la flora	Preparación del sitio
Biótico	Flora	Fragmentación	Modificación de la abundancia y diversidad de la flora	Preparación del sitio
Biótico	Flora	Estructura y composición	Modificación de la abundancia y diversidad de la flora	Preparación del sitio
Biótico	Fauna	Desplazamiento	Desplazamiento de especies de fauna silvestre	Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento
Biótico	Fauna	Mortandad	Desplazamiento de especies de fauna silvestre	Preparación del sitio
Biótico	Fauna	Especies de interés	Desplazamiento de especies de fauna silvestre	Todas
Físico	Topografía	Pendiente	Movimiento de material geológico superficial	Operación y mantenimiento
Físico	Topografía	Relieve	Movimiento de material geológico superficial	Operación y mantenimiento
Físico	Topografía	Curvatura	Movimiento de material geológico superficial	Operación y mantenimiento
Físico	Suelo	Contaminación	Generación de residuos de manejo especial, sólidos urbanos y peligrosos	Todas
Físico	Suelo	Compactación	Erosión de sedimentos y fertilidad	Construcción, operación y mantenimiento
Físico	Suelo	Temperatura	Erosión de sedimentos y fertilidad	Construcción, operación y mantenimiento
Físico	Suelo	Erosión edáfica	Generación de polvo y ruido	Todas
Físico	Agua	Materia orgánica	Contaminación de agua por sedimentos	Construcción
Físico	Agua	Erosión hídrica	Contaminación de agua por sedimentos	Construcción
Físico	Agua	Contaminación	Generación de residuos de manejo especial, sólidos urbanos y peligrosos	Todas
Físico	Aire	Visibilidad	Aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero	Todas
Físico	Paisaje	Calidad	Pérdida de armonía visual	Construcción abandono del sitio

Finalmente, la globalización de los impactos adversos se resume de la manera siguiente.

ID	CATEGORÍA	COMPONENTE	IMPACTOS ADVERSOS
1	Biótico	Flora	Modificación de la abundancia y diversidad de la flora
2	Biótico	Fauna	Desplazamiento de especies de fauna silvestre
3	Físico	Topografía	Movimiento de material geológico superficial
4	Físico	Suelo	Generación de residuos de manejo especial, sólidos urbanos y peligrosos
5	Físico	Suelo	Erosión de sedimentos y fertilidad
6	Físico	Suelo	Generación de polvo y ruido
7	Físico	Agua	Contaminación de agua por sedimentos
8	Físico	Aire	Aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero
9	Físico	Paisaje	Pérdida de armonía visual

V.1.6. Valoración y caracterización de los impactos

La valoración sirve para medir la trascendencia de la acción sobre el factor alterado y para el proceso de cribado de impactos, se realiza de forma subjetiva, aunque los resultados obtenidos sean numéricos, mediante la evaluación de una serie de atributos que permiten calcular la importancia del impacto y asignarle un juicio, esta metodología corresponde a Coneza (2009), se eligió este método por ser bastante completo y muy utilizado en obras y actividades que requieren cambio de uso de suelo. La metodología considera las características siguientes.

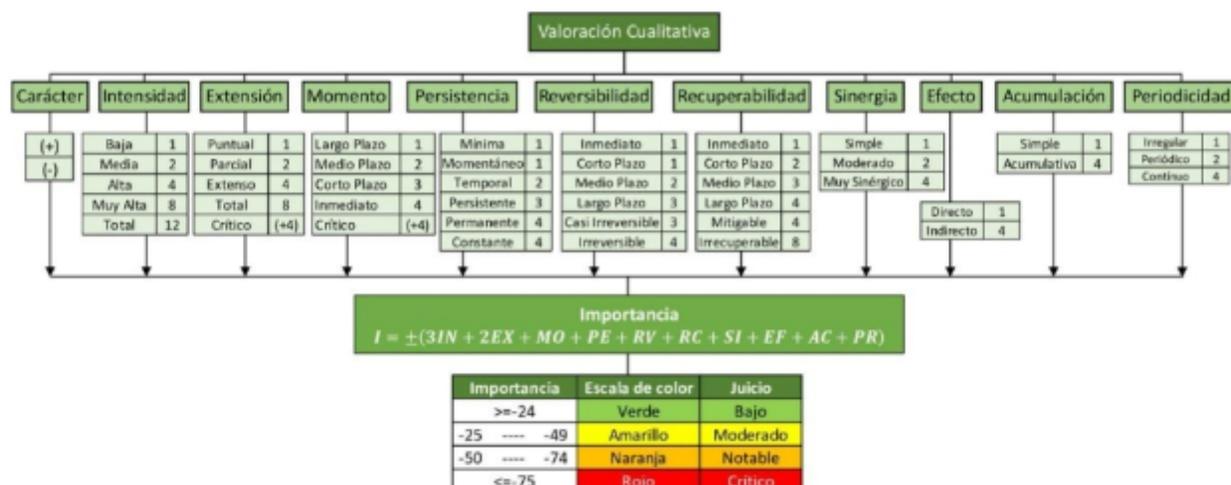


Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-22. Valoración cuantitativa de impactos (Coneza, 2009)

El resultado de la valoración e importancia de los impactos adversos significativos se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-84. Importancia de los impactos ambientales adversos.

ID	Categoría	Componente	Impacto global	C	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	EF	AC	PR	Valoración	Importancia
1	BIÓTICO	Flora	Modificación de la abundancia y diversidad de la flora	-	12	1	4	4	3	4	2	4	4	4	-67	Notable
2	BIÓTICO	Fauna	Desplazamiento de especies de fauna silvestre	-	2	2	2	2	2	3	2	4	1	2	-28	Moderado
3	FÍSICO	Topografía	Movimiento de material geológico superficial	-	12	1	1	4	4	8	4	1	4	4	-68	Notable
4	FÍSICO	Suelo	Generación de residuos de manejo especial, sólidos urbanos y peligrosos	-	2	1	2	2	3	2	1	1	1	1	-21	Bajo
5	FÍSICO	Suelo	Erosión de sedimentos y fertilidad	-	1	2	3	2	1	2	1	4	1	2	-23	Bajo
6	FÍSICO	Suelo	Generación de polvo y ruido	-	2	2	2	2	2	1	2	4	4	2	-29	Moderado
7	FÍSICO	Agua	Contaminación de agua por sedimentos	-	1	2	3	1	1	2	1	4	4	2	-25	Moderado
8	FÍSICO	Aire	Aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero	-	1	1	1	4	3	1	1	1	1	2	-19	Bajo
9	FÍSICO	Paisaje	Pérdida de armonía visual	-	1	1	3	2	3	4	1	1	1	2	-22	Bajo

Para todas las etapas se identificaron 9 impactos ambientales y su caracterización se puede describir de la manera siguiente.

1. **Modificación de la abundancia y diversidad de la flora.** Es un impacto **Notable** que manifiesta una intensidad total, de acuerdo a la superficie a ocupar se clasifica como **puntual** y de acuerdo al momento de su manifestación será **inmediato**. Este impacto tendrá una persistencia **permanente** en el Predio hasta que finalice la vida útil de la obra. Además, será reversible al **largo plazo** con una recuperabilidad a **largo plazo**, en cuanto a su sinergia en el medio ambiente es considerado **moderado** que tendrá un efecto **indirecto** sobre el componente ambiental. Este impacto es considerado **acumulativo** en el sistema ambiental y **continuo** de acuerdo a la periodicidad en que se manifieste.

2. **Desplazamiento de especies de fauna silvestre.** Es un impacto **Moderado** que manifiesta una intensidad **media**, de acuerdo a la superficie a ocupar se clasifica como **parcial** y de acuerdo al momento de su manifestación será a **mediano plazo**. Este impacto tendrá una persistencia **temporal** en el Predio hasta que finalice la vida útil de la obra. Además, será reversible al **mediano plazo** con una recuperabilidad a **mediano plazo**, en cuanto a su sinergia en el medio ambiente es considerado **moderado** que tendrá un efecto indirecto sobre el componente ambiental. Este impacto es considerado **simple** en el sistema ambiental y **periódico** de acuerdo a la periodicidad en que se manifieste.

3. **Movimiento de material geológico superficial.** Es un impacto **Notable** que manifiesta una intensidad **total**, de acuerdo a la superficie a ocupar se clasifica como **puntual** y de acuerdo al momento de su manifestación será a **largo plazo**. Este impacto tendrá una persistencia **permanente** en el Predio hasta que finalice la vida útil de la obra. Además, será reversible al **irreversible** con una recuperabilidad **irrecuperable**, en cuanto a su sinergia en el medio ambiente es considerado **muy sinérgico** que tendrá un efecto **directo** sobre el componente ambiental. Este impacto es considerado **acumulativo** en el sistema ambiental y **continuo** de acuerdo a la periodicidad en que se manifieste.

4. **Generación de residuos de manejo especial, sólidos urbanos y peligrosos.** Es un impacto **Bajo** que manifiesta una intensidad **media**, de acuerdo a la

superficie a ocupar se clasifica como **puntual** y de acuerdo al momento de su manifestación será a **mediano plazo**. Este impacto tendrá una persistencia **temporal** en el Predio hasta que finalice la vida útil de la obra. Además, será **reversible** al **largo plazo** con una recuperabilidad a **corto plazo**, en cuanto a su sinergia en el medio ambiente es considerado **simple** que tendrá un efecto **directo** sobre el componente ambiental. Este impacto es considerado **simple** en el sistema ambiental e **irregular** de acuerdo a la **periodicidad** en que se manifieste.

5. **Erosión de sedimentos y fertilidad.** Es un impacto **Bajo** que manifiesta una intensidad **baja**, de acuerdo a la superficie a ocupar se clasifica como **parcial** y de acuerdo al momento de su manifestación será a **corto plazo**. Este impacto tendrá una persistencia **temporal** en el Predio hasta que finalice la vida útil de la obra. Además, será **reversible** al inmediato con una recuperabilidad a **corto plazo**, en cuanto a su sinergia en el medio ambiente es considerado **moderado** que tendrá un efecto **indirecto** sobre el componente ambiental. Este impacto es considerado **simple** en el sistema ambiental y **periódico** de acuerdo a la periodicidad en que se manifieste.

6. **Generación de polvo y ruido.** Es un impacto **Moderado** que manifiesta una intensidad **media**, de acuerdo a la superficie a ocupar se clasifica como **parcial** y de acuerdo al momento de su manifestación será a **mediano plazo**. Este impacto tendrá una persistencia **temporal** en el Predio hasta que finalice la vida útil de la obra. Además, será **reversible** al inmediato con una recuperabilidad **inmediato**, en cuanto a su sinergia en el medio ambiente es considerado **moderado** que tendrá un efecto **indirecto** sobre el componente ambiental. Este impacto es considerado **acumulativo** en el sistema ambiental y **periódico** de acuerdo a la periodicidad en que se manifieste.

7. **Contaminación de agua por sedimentos.** Es un impacto **Moderado** que manifiesta una intensidad **baja**, de acuerdo a la superficie a ocupar se clasifica como **parcial** y de acuerdo al momento de su manifestación será a **corto plazo**. Este impacto tendrá una persistencia **momentánea** en el Predio hasta que finalice la vida útil de la obra. Además, será **reversible** al inmediato con una recuperabilidad a **corto plazo**, en cuanto a su sinergia en el medio ambiente es considerado **simple** que tendrá un efecto **indirecto** sobre el componente ambiental. Este impacto es considerado **acumulativo** en el sistema ambiental y **periódico** de acuerdo a la periodicidad en que se manifieste.

8. **Aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero.** Es un impacto **Bajo** que manifiesta una intensidad **baja**, de acuerdo a la superficie a ocupar se clasifica como **puntual** y de acuerdo al momento de su manifestación será a **largo plazo**. Este impacto tendrá una persistencia **permanente** en el Predio hasta que finalice la vida útil de la obra. Además, será **reversible** al largo plazo con una recuperabilidad **inmediato**, en cuanto a su sinergia en el medio ambiente es considerado **simple** que tendrá un efecto **directo** sobre el componente ambiental. Este impacto es considerado **simple** en el sistema ambiental y **periódico** de acuerdo a la periodicidad en que se manifieste.

9. **Pérdida de armonía visual.** Es un impacto **Bajo** que manifiesta una intensidad **baja**, de acuerdo a la superficie a ocupar se clasifica como **puntual** y de acuerdo al momento de su manifestación será a **corto plazo**. Este impacto tendrá una persistencia **temporal** en el Predio hasta que finalice la vida útil de la obra. Además, será **reversible** al largo plazo con una recuperabilidad a **largo plazo**, en cuanto a su sinergia en el medio ambiente es considerado **simple** que tendrá un efecto **directo** sobre el componente ambiental. Este impacto es considerado **simple** en el sistema ambiental y **periódico** de acuerdo a la periodicidad en que se manifieste.

V.2. Justificación de la mitología utilizada en la evaluación de los impactos ambientales

La guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental para obras y actividades que requieren cambio de uso de suelo publicada por la SEMARNAT, recomienda el uso de la matriz de Batelle – Columbus (1972) como un método cuantitativo (algunos autores lo definen como semicuantitativo) que considera todos los factores ambientales posibles a ser modificados o alterados por una acción. La matriz de Batelle - Columbus está formada por una lista de verificación con escala de ponderación de los diferentes factores ambientales, el método comprende una evaluación sistemática de impactos ambientales mediante el uso de indicadores homogéneos, los indicadores de impacto se evalúan con 78 parámetros ambientales agrupados en 4 categorías. Las principales ventajas que presenta esta matriz son las siguientes.

- Permite la evaluación sistemática de los impactos ambientales, mediante la utilización de indicadores homogéneos.
- Se pueden obtener evaluaciones globales cuantificables.
- Se pueden comparar alternativas.
- Es un método de poca subjetividad.

La justificación de la metodología de evaluación de los impactos ambientales radica en que para obras que requieren alterar el medio natural lo más conveniente es realizar una combinación de metodologías cualitativas y cuantitativas que compare dos escenarios del medio ambiente (estado actual y con la obra en operación). Entonces la metodología usada comprende las siguientes herramientas.

1. Lista de verificación. Su principal utilidad es identificar todas las posibles consecuencias ligadas a la acción propuesta, asegurando en una primera etapa de la evaluación de impacto ambiental que ninguna variable del medio ambiente relevante sea omitida. En este caso se usó las variables propuestas en la matriz de Batelle – Columbus.

2. Sobreposición de mapas. Los mapas pueden identificar, predecir y asignar un valor relativo a cada impacto. La sobreposición de mapas permite una comprensión global de impactos establecidos en forma independiente, relacionarlos con diversas características (como aspectos físico-territoriales y socioeconómicos de la población radicada en la zona) y establecer de esta forma un impacto global. El procedimiento que se utilizó fue a través de un SIG diseñado para el área de influencia donde se generaron 12 indicadores ambientales para dar una calificación objetiva a la calidad ambiental en su estado cero (actual). Además, para predecir el cambio en los indicadores ambientales se

utilizó el algoritmo Random Forest, que permite estimar el cambio en la calidad ambiental al cambiar cualquier valor del píxel de los indicadores ambientales, repercutiendo en la calidad ambiental después de realizar cualquier obra o actividad (simulaciones).

3. Cuadro de contingencia (matriz causa - efecto). Las matrices de causa-efecto consisten en un listado de acciones humanas y otro de indicadores de impacto ambiental, que se relacionan en un diagrama matricial. Son muy útiles cuando se trata de identificar el origen de ciertos impactos. Para este caso se usó la metodología de matriz de Batelle – Columbus modificada para estimar un impacto neto sobre los componentes ambientales en cada etapa. Con esta valoración se puede tener un mejor conocimiento y probabilidad del impacto esperado sobre el componente ambiental, de tal manera que se podrá anticipar en proponer las mejores estrategias y medidas de prevención y mitigación.

4. Descripción del impacto ambiental (matriz de importancia). Una vez definido el impacto ambiental es necesario su clasificación sobre el medio ambiente. Se hace notar que la clasificación ni es exhaustiva, ni excluyente, esto es, pueden existir impactos no descritos, y un impacto concreto puede pertenecer a la vez a dos o más grupos tipológico. Para esta tarea se usó la metodología de Coneza (2009), por ser bastante completa y muy utilizada en la descripción de impactos ambientales relacionados con la explotación de recursos naturales renovables y no renovables. Las ventajas que ofrece esta matriz son las siguientes.

- Una vez identificadas las acciones y los factores del medio que, presumiblemente, serán impactados por las acciones, la matriz de importancia nos permitirá obtener una valoración cualitativa al nivel requerido por una EIA simplificada.
- La valoración cualitativa se efectuará a partir de la matriz de importancia. Cada casilla de cruce en la matriz o elemento tipo, nos dará una idea del efecto de cada acción impactante sobre cada factor ambiental impactado.
- En esta matriz se puede definir los alcances o magnitud del impacto, y de esta manera proponer una medida correctiva o compensatoria adecuada para cada acción, lo cual hace posible su predicción cuantitativamente de la causa – efecto para la toma de decisiones futuras en tiempo y espacio del elemento afectado.
- En cuanto a la sobreposición de mapas utilizando la información contenida en el SIG, nos describe con precisión el ambiente afectado, su localización, magnitud y alcance. Los resultados son cuantitativos y pueden ser comparados indistintamente en diferentes escales temporales y espaciales usando diferentes indicadores ambientales.

En general la técnica utilizada es un método sistematizado para la comparación de diferentes alternativas de acciones sobre los componentes ambientales y alguna manera induce a la toma de decisiones, dado que se obtiene una cifra de alteración de la calidad ambiental para cada alternativa propuesta.

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas

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 componente 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.

VI.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 su 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.

VI.1.2. Medidas propuestas por cada elemento ambiental

VI.1.2.1. Aire

1. Mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos y la maquinaria utilizada.
2. Se prohíbe el uso de fuego en cualquiera de las actividades.
3. Para evitar que se generen polvos por el tránsito de los vehículos, se mantendrá una velocidad de 15 km/hr dentro del sitio.
4. Mantenimiento preventivo y correctivo a los caminos de acceso.
5. Los vehículos utilizados deberán contar con silenciador de ruido.
6. El material que durante su transporte pudiera emitir partículas a la atmósfera, deberá ser cubierto con lonas u humedecido para evitar la dispersión de partículas.

VI.1.2.2. Agua

7. Instalar sanitario portátil en el frente de obra.
8. Realizar los trabajos de acondicionamiento de los caminos fuera de la época de lluvias.
9. Colocar material con buena permeabilidad y drenaje a la superficie de rodamiento de los caminos.
10. Restringir el movimiento de vehículos fuera de las áreas autorizadas.
11. Que la explotación de los yacimientos se lleve a cabo conforme el programa de trabajo.
12. El camino por rehabilitar deberá contar con cunetas para el desvío del agua para evitar la destrucción de este.
13. Se hará un muestreo semestral de las corrientes de agua para comprobar su calidad.

VI.1.2.3. Topografía

14. Que la explotación de los recursos solo sea en las zonas establecidas.
15. No realizar perforaciones a profundidad

VI.1.2.4. Suelo

16. Se respetarán las áreas delimitadas para las obras.
17. Manejo adecuado de los residuos sólidos.
18. Se prohíbe realizar mantenimiento a vehículos y maquinaria en el sitio.
19. Jornada de limpieza de caminos y áreas de trabajo.
20. Implementar mecanismo de recolección de grasas y aceite (casos fortuitos).
21. Implementar un programa de restauración en el abandono del sitio.
22. Colocar material con buena permeabilidad y drenaje a la superficie de rodamiento del camino a rehabilitar, para reducir la erosión, la pérdida de materiales y generación de polvos.
23. Se deberán suavizar los taludes durante la etapa de abandono del sitio.
24. Queda estrictamente prohibido desarrollar caminos alternos que no se contemplen en el programa de trabajo.
25. Se acomodará y picará los productos forestales maderables resultado de la remoción de la vegetación en áreas aledañas a la zona de acceso en forma perpendicular a la pendiente para favorecer el establecimiento de vegetación y disminuir la erosión hídrica.
26. En las áreas forestales con pendientes mayores a los 15 grados y en aquellas que presenten problemas de erosión o un aumento del grado de erosión ocasionado, aplicar un programa de conservación de suelos.
27. Picar y esparcir los residuos vegetales producto del desmonte en los suelos desnudos, con el fin de facilitar la incorporación de los elementos bioquímicos al suelo a través de su proceso natural de biodegradación sin interferir con la germinación de las semillas.

VI.1.2.5. Paisaje

28. Realizar las obras por etapas, para una incorporación de la obra al paisaje de manera paulatina.
29. Manejo adecuado de los residuos.

VI.1.2.6. Fauna

30. Ahuyentar de manera temporal la fauna silvestre antes de iniciar cualquier actividad.
31. Prohibición de caza de fauna silvestre.
32. Instalar 2 letreros alusivos a la protección de la fauna silvestre.
33. Queda prohibida la instalación de campamentos y almacenes dentro de las zonas no autorizadas.

VI.1.2.7. Flora

34. Prohibir la remoción de la vegetación (no realizar cambios de uso de suelo no autorizados).
35. Prohibir el uso del fuego para prevenir el riesgo de incendios forestales.
36. Aplicar un programa de abandono del sitio, que implique la reforestación del sitio.
37. Implementar un programa de rescate y reubicación de flora y fauna.

VI.1.2.8. Sociedad

38. Contratación de habitantes que radiquen en las poblaciones del AI.
39. Para prevenir accidentes se recomienda que los trabajadores utilicen equipo de protección personal y se cumplan con las Normas de Seguridad e Higiene.
40. Mantenimiento de caminos.
41. Acceso a servicios médicos (solo para los obreros).

VI.1.3. Programa de atención prioritaria

Con base en la evaluación ambiental los impactos ambientales son **COMPATIBLES** (la 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, sin embargo, para aquellas actividades que generan impactos **CRÍTICOS**, se tienen considerados los programas siguientes.

- Programa de rescate y reubicación de especies de fauna silvestre
- Programa de rescate y reubicación de especies de flora
- Programa de conservación de suelos
- Programa de reforestación

VI.1.4. Programa de rescate y reubicación de fauna

En el SA se presenta una gran variedad fauna silvestre la cual no se verá afectada directamente por las obras y actividades, sin embargo, se deberá tener cuidado por la incidencia 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 de lento desplazamiento, sin embargo, se tendrá especial cuidado en aquellas especies que se encuentren en el listado de la [NOM – 059-SEMARNAT-2010](#).

VI.1.4.1. 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 la fauna silvestre que se encuentran listadas en la [NOM-059-SEMARNAT-2010](#) dentro del sitio.
- Determinar el método más adecuado para identificar, rescatar y asegurar la supervivencia 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.

VI.1.4.2. 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.

VI.1.4.3. Descripción de las especies de fauna

Cómo se indicó en el apartado IV.2.2.4, para identificar la fauna en primera instancia se revisaron registros de la fauna a nivel SA; con lo que se pudo identificar 71 especies de la fauna, de las cuales solo 11 tienen alguna categoría de riesgo. Debe tenerse en cuenta que a nivel local **NO se registraron especies con alguna categoría de en la NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-85. Descripción general de las especies incluidas en la NOM – 059.

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DESCRIPCIÓN
AVES	<i>Aquila chrysaetos</i>	Águila real	Es una de las aves rapaces más grandes del hemisferio norte, caracterizada por su plumaje marrón oscuro en el cuerpo y el cuello. Tiene un pico fuerte, garras poderosas y una envergadura de hasta 2.3 metros. Habita en zonas de estepas, donde caza mamíferos medianos como liebres y zorros. Es símbolo cultural en diversas regiones debido a su valor ecológico y cultural.
	<i>Ammodramus savannarum</i>	Gorrión sabanero	Es un pequeño pájaro de la familia Emberizidae, con un plumaje críptico que varía de marrón a beige, lo que le permite camuflarse en su hábitat de pastizales y sabanas. Su pico es cónico, adecuado para su dieta basada en semillas. Se distribuye principalmente en praderas y áreas abiertas, y es conocido por sus cantos melodiosos. Es una especie migratoria que sus áreas de cría en las regiones más septentrionales y las zonas más cálidas durante el invierno.
	<i>Cardinalis sinuatus</i>	Cardenal desértico	Es un ave passeriforme de la familia Cardinalidae, que se caracteriza por su plumaje brillante, especialmente en el pecho, con un color rojo intenso con una máscara facial negra. El pico es grande y de forma espátula, adaptado para consumir semillas. Se encuentra en regiones áridas y semiáridas del suroeste de Estados Unidos y México, habitando áreas de vegetación densa. Esta especie es conocida por su canto melodioso, que emite principalmente durante el amanecer y al atardecer.
MAMÍFEROS	<i>Puma concolor</i>	Puma	Es un felino grande, con un cuerpo ágil y musculoso, cubierto por un pelaje corto de color uniforme, que varía de marrón a negro. Su tamaño varía según la región, siendo uno de los grandes depredadores de América. Habita una amplia variedad de hábitats, desde bosques hasta desiertos, y se encuentra desde Canadá hasta el sur de América del Sur. Es un cazador solitario que se alimenta principalmente de ungulados y otros mamíferos pequeños. Es conocido por su adaptabilidad y capacidad para sobrevivir en áreas con actividades humanas.
	<i>Nasua narica</i>	Tejón	Es un mamífero de la familia Procyonidae, similar a un mapache, pero con un cuerpo más alargado y una cola anilloada. Su pelaje es de color marrón con tonos más claros en el rostro y el vientre. Se caracteriza por su hocico alargado y flexible, lo que le permite entrar en la corteza de los árboles en busca de insectos, frutas y pequeños animales. Se distribuye en América del Sur, habitando bosques tropicales y subtropicales, y es conocido por su comportamiento social y su tendencia a vivir en grupos.
	<i>Choeronycteris mexicana</i>	Murciélago trompudo	Es un pequeño murciélago de la familia Phyllostomidae, caracterizado por su nariz alargada y flexible que forma una estructura similar a una trompa. Su pelaje es de color gris oscuro y tiene una envergadura de alas de aproximadamente 10 centímetros. Se alimenta principalmente de néctar, polen y frutas, desempeñando un papel importante en la polinización de plantas. Se distribuye en el suroeste de Estados Unidos y en regiones de México, habitando áreas áridas y semiáridas.

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-86. Descripción gráfica de las especies incluidas en la NOM - 059.



Aquila chrysaetos



Ammodramus savannarum



Cardinalis



Puma concolor



Nasua narica



Choeronycter

VI.1.4.4. 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.

VI.1.4.4.1. Capacitación al personal

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

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 estatus en la [NOM – 059-SEMARAT-2010](#).
- Actividades para ahuyentar la fauna silvestre
- 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.

VI.1.4.4.2. Ahuyentamiento de 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 fauna 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 para ahuyentar la fauna, 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 (*estimulo 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.

VI.1.4.4.3. Identificación

Una vez que la fauna se halla desplazado 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 flora y 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.

VI.1.4.4.4. Método para el manejo de las especies

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

VI.1.4.4.4.1. Anfibios

Aunque no se identificaron anfibios a nivel SA, es importante establecer un programa de manejo en caso de llegarse a presentar algún individuo no identificado dentro de los trabajos aplicándose las actividades siguientes:

- 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 de 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.

VI.1.4.4.4.2. Aves

Las aves son muy sensibles a los sonidos, por lo que se puede esperar que su desplazamiento a través de la generación del ruido sea exitoso; sin embargo, los casos en los que las aves no responderán a este estímulo se centra 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 esta).
- 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 (eidóforo), 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 de 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 de 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 eidóforo 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 por 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 con 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.

VI.1.4.4.4.3. Reptiles

Réptiles comunes. Derivado del posible inventario faunístico a encontrarse en el sitio, pueden existir diferentes tipos de lagartijas, geckos 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 tapanlo 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**".

VI.1.4.4.4. 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 ruido de los trabajos iniciales, 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.

VI.1.4.4.5. 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-87. Cronograma general de trabajo.

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

VI.1.4.4.6. Seguimiento y evaluación

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

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.

VI.1.4.4.7. Área considerada para el rescate

El sitio evaluado idóneo para realizar el rescate corresponde a un sitio que tenga las mismas condiciones de vegetación y que se encuentra alejado de actividades antropogénicas.

VI.1.5. Programa de conservación de suelo

El programa de restauración tiene el objetivo de evitar la pérdida de suelo por la remoción de la cubierta vegetal, por tanto, será necesario realizar prácticas de conservación y restauración de los suelos mediante el control y manejo de los desperdicios que resulten del CUSTF. Para poder definir el tipo de obras y cantidad será necesario cuantificar la erosión potencial del sitio donde se removerá la cubierta vegetal (2.4 ha). Se realizaron los cálculos de la erosión actual en el sitio y sistema ambiental. Los resultados de la degradación hídrica y eólica se resumen en el cuadro siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-88. Erosión total para el sitio con el CUSTF.

Temporalidad	Erosión (ton/año)	
	Hídrica	Eólica
Actual (Sin CUSTF)	686.91	19.19
Potencial (Con CUSTF)	2,747.64	264.61

VI.1.5.1. Descripción de las obras de restauración

En la etapa de preparación del sitio la vegetación **será removida**, toda vez que, para la instalación de la infraestructura, el sitio deberá estar despejado de aquella vegetación que pudiese ocasionar algún daño a la estructura durante la etapa de operación – mantenimiento. Las actividades de restauración que se proponen están 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.

VI.1.5.2. Acomodo de material vegetal

La primera acción de mitigación de la erosión durante la preparación del sitio será disponer aquel material vegetal que resulte de la remoción del estrato arbóreo (no comercial) en franjas al contorno, debido a que la limpieza de las áreas favorece principalmente al suelo evitando la erosión e incrementando la infiltración del agua; además, está comprobado que participa en el buen crecimiento de los árboles incrementando la materia orgánica y por tanto la fertilidad del suelo. Esta actividad también reduce los riesgos de incendios y plagas. El acomodo de material vegetal no lleva un diseño técnico preciso, consiste más bien en formar cordones o fajas de material siguiendo las curvas del nivel del terreno; esto es, colocar barreras de material muerto perpendiculares a la pendiente del terreno para que propicien la disminución de la velocidad y la cantidad de escurrimiento superficial, a la vez que intercepten los posibles materiales y

azolves que se erosionen ladera arriba. La localización geográfica del sitio donde se establecerán los acordonamientos corresponde son las áreas aledañas al sitio donde se realizará la obra. En el supuesto que el material vegetal no sea lo suficiente para cumplir la meta estas barreras se construirán con piedras del sitio. El cálculo del volumen de azolve a retener con la construcción de este tipo de obras es el siguiente:

1. Se realiza un modelo de cubicación de un metro de acordonamiento de material vegetal muerto con las dimensiones siguientes:

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-89. Modelo de cubicación de un metro de acordonamiento de material vegetal muerto

Dimensiones (m)			Factor de espacio	Volumen (m ³)
Largo	Ancho	Alto		
1	0.4	0.4	0.5	0.08

Nota: El resultado es solo el volumen de un metro de acordonamiento de material vegetal muerto como tal

2. Se determina la distancia entre cordones de material acomodado, se debe considerar la pendiente del terreno y la cantidad de lluvia que se presenta en la región. El espaciamiento entre cordones se calcula mediante la expresión siguiente:

$$IV = \left(2 + \frac{P}{3 \text{ ó } 4} \right) * 0.305$$

donde: IV = intervalo vertical o desnivel (m), P= pendiente del terreno (%), 3= factor que se utiliza donde la precipitación anual es menor a 1200 mm, 4 = factor que se utiliza donde la precipitación anual es mayor a 1200 mm y 0.305 = factor de conversión de pies a metros.

Sustituyendo los valores del área de estudio;

$$IV = \left(2 + \frac{P}{3} \right) * 0.305$$

3. Posteriormente se estima el intervalo horizontal (IH).

$$IH = \left(\frac{IV}{P} \right) * 100$$

4. El volumen de azolve que puede retener el acordonamiento se estima con la expresión siguiente:

$$Vol = \left[\left(\frac{IH * H}{2} * L \right) \right] * FE = 1.3 \text{ m}^3$$

dónde: IH= espaciamiento (m), H= altura (m), L= largo o longitud (m) y FE= factor de espaciamiento

5. Calculado el volumen que puede retener la presa modelo el siguiente paso es convertirlo los metros cúbicos a toneladas, para lo cual se utiliza la densidad aparente de la clase de textura que en este caso es franco.

$$Vol = 1.3 * 1.4 = 1.76$$

La meta es lograr **950 metros** de acordonamiento de material vegetal muerto para retener parte de la erosión potencial total, que multiplicando dicho valor por las toneladas de erosión que retiene cada metro lineal (**1.52 ton**) equivale a **1,524.21 ton/año** de azolve que se retendrá con dicha obra. La erosión restante se mitigará con presas de piedra acomodada.

VI.1.5.3. Presas de control 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:

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

- 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-90. Ejemplo de un modelo de cubicación de una presa filtrante de piedra

Dimensiones del muro (m)			Volumen (m ³)	Dimensiones del talud (m)			Volumen (m ³)	Volumen total (m ³)
Largo	Ancho	Alto		Base	Altura	Largo * 0.5		
5	1	1.7	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

- 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:

$$E = \frac{H}{P} = \frac{1}{25} * 100 = 4.0 \text{ m}$$

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

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

$$V = \frac{E * H}{2} * Largo = \frac{4 * 1}{2} * 5 = 10 \text{ m}^3$$

- 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 1.1 g/cm³ (cuadro siguiente).

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-91. 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 Error: no se encontró el origen de la referencia-92. Metodología de cálculo para estimar el número de presas a considerar para retener la erosión potencial total.

Variable	Valor	Unidad
Altura	1	m
Largo	5	m
Pendiente	25	%
Espaciamiento	4	m
Volumen	15	m ³
Densidad	1.1	gr/cm ³
Volumen	16.5	Toneladas
Erosión total	2,747.6	Toneladas
Número de presas	15	Cantidad
Metros cúbicos de presas	219.75	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 restante del sitio (**2,747.6**) se requiere de la construcción de **15 presas** que tendrán un volumen de **2,500 m³** de piedra.

VI.1.5.4. 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 generado por efecto del CUSTF.

VI.1.5.5. Ubicación de las obras

El acomodo del material vegetal muerto se realizará en las zonas explotadas de arcilla del polígono de CUSTF, es decir la restauración será gradual conforme se avance con el programa de aprovechamiento de la arcilla en polígonos no mayores a los 5,000 metros cuadrados. El material vegetal estará de manera temporal en un banco y será usado de manera temporal para la restauración del sitio de manera continua.

En el caso de las presas de control de azolves también se realizarán una vez explotada la arcilla en etapas, lo que significa que anualmente se tendrá que realizar estas actividades antes de la temporada de lluvias de las zonas expuestas (sin vegetación).

VI.1.6. Programa de rescate de especies de flora

El programa de reubicación tiene como finalidad establecer los procedimientos para el rescate, reubicación y conservación de la flora en el área de CUSTF dentro de un ecosistema de matorral desértico rosetófilo y micrófilo. Se busca minimizar el impacto ambiental derivado de las actividades de explotación de arcilla y garantizar la supervivencia de las especies rescatadas mediante su reubicación en áreas adecuadas con condiciones similares a su hábitat natural.

Objetivos

- Identificar y registrar las especies de flora presentes en la zona de CUSTF.
- Implementar acciones para el rescate y reubicación de las especies con alto valor ecológico.
- Garantizar la supervivencia de las especies reubicadas mediante técnicas adecuadas de trasplante y mantenimiento.
- Promover la conservación de la biodiversidad del ecosistema afectado.

La reubicación y rescate de flora es una estrategia clave para la mitigación de impactos ambientales derivados de la remoción de la vegetación. Contribuye a la conservación de especies de interés ecológico, evitando la pérdida de biodiversidad y promoviendo la recuperación de ecosistemas afectados por la intervención humana. Además, de conservar las especies que se encuentran enlistadas dentro de las [NOM-059](#).

Derivado del inventario realizado en la zona de CUSTF se localizaron tres especies susceptibles a ser reubicadas, sin embargo, cabe la posibilidad de encontrar otras especies enlistadas en la NOM-059, las cuales en caso de encontrarse serán consideradas dentro del programa de rescate. Además, se incluirán todas aquellas especies de porte bajo, las cuales se lleguen a encontrar dentro de las áreas.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-93. Identificación de número de individuos de flora susceptibles a rescate

Especie	Nombre común	Estrato	Número de individuos
<i>Agave lechuguilla</i>	Maguey lechuguilla	Herbáceo	327
<i>Echinocereus enneacanthus</i>	Alicoche real	Cactáceo	49
<i>Opuntia robusta</i>	Nopal camueso	Cactáceo	13
<i>Echinomastus durangensis</i>	Biznaga bola de Lau	Cactáceo	5
<i>Glandulicactus uncinatus</i>	Biznaga uña de gato	Cactáceo	3
<i>Dasyliirion cedrosanum</i>	Sotol	Arbustivo	14
<i>Coryphantha cornifera</i>	Biznaga partida de Durango	Cactáceo	3

Metas

Rescatar y reubicar de un total de **414** individuos de flora, priorizando aquellas especies de importancia ecológica o con algún estatus de conservación.

VI.1.6.1. Selección del sitio de reubicación

La selección del sitio de reubicación es una parte clave del proceso, ya que se busca encontrar un lugar que ofrezca condiciones similares a las del área original donde se encuentran los individuos a rescatar. Esto incluye la evaluación de varios factores como el tipo de suelo, la disponibilidad de agua, la exposición al sol y la temperatura.

Es fundamental que el suelo del nuevo sitio tenga características similares al del lugar de origen, como su capacidad para retener agua y ofrecer los nutrientes necesarios para las plantas. Además, el lugar debe contar con una buena cantidad de luz solar, pero también tener algo de sombra si las especies lo requieren.

VI.1.6.2. Capacitación del personal

El personal que participará en la reubicación recibirá capacitación especializada sobre el manejo adecuado de las especies y el uso correcto del equipo de protección personal (EPP), como guantes, gafas, botas y trajes especiales. Se impartirán charlas sobre el comportamiento de las especies, las técnicas de extracción y plantación, y los procedimientos para evitar daños tanto al personal como a las plantas.

VI.1.6.3. Planificación de la extracción de los individuos

La extracción de los individuos será realizada siguiendo un protocolo preciso que minimice el daño a las plantas y a su entorno. Se determinarán los métodos de extracción más adecuados según las características de cada especie (por ejemplo, el uso de palas, espátulas o herramientas especializadas para plantas con raíces profundas o delicadas). Antes de la extracción, se marcarán los ejemplares para asegurar que sean transportados de manera correcta, y se evaluará su estado de salud para asegurar que sean aptos para el trasplante.

VI.1.6.4. Extracción y manejo de los individuos

Durante la extracción, se priorizará la conservación del sistema radicular, con especial atención en evitar la ruptura de las raíces principales. Para ello, se utilizarán técnicas que minimicen la alteración del suelo alrededor de las raíces y se garantizará que cada planta sea extraída con la mayor cantidad posible de tierra adherida. Los individuos serán cuidadosamente colocados en recipientes adecuados para su transporte, tales como bolsas o cajas especiales, para evitar la deshidratación o daño durante el traslado.

VI.1.6.5. Transporte a la zona de trasplante

El traslado de los individuos a la zona de reubicación será realizado de manera rápida y cuidadosa para evitar el estrés o daño adicional a las plantas. Durante el traslado, se garantizará la protección de las raíces y se emplearán medidas para mantener la humedad del sustrato. El transporte se realizará en un vehículo Pick up, evitando las vibraciones y movimientos bruscos que puedan dañar las plantas.

VI.1.6.6. Plantación en la zona de reubicación

En la zona de reubicación, se procederá a la plantación de los individuos, siguiendo un plan de distribución que considere las necesidades de cada especie, tales como distancia entre plantas, orientación respecto al sol y protección contra vientos fuertes. Se realizarán hoyos de plantación adecuados al tamaño del sistema radicular de cada individuo. Las raíces se colocarán con cuidado para asegurar un buen contacto con el suelo, y se cubrirán con tierra de calidad. Posteriormente, de ser necesario se regará para garantizar una buena hidratación y buscar la sobrevivencia del 100% de los individuos rescatados.

VI.1.6.7. Monitoreo y mantenimiento post-trasplante

Una vez realizado el trasplante, se implementará un programa de monitoreo regular para evaluar el estado de salud de los individuos reubicados. Se llevarán a cabo visitas periódicas al sitio de reubicación para verificar el establecimiento de las plantas, la adaptación de las raíces al nuevo entorno y la presencia de signos de estrés o enfermedades. Las

visitas serán al menos dos veces al año durante 5 años, lo que garantizará un correcto monitoreo y de ser necesario realizar acciones de riego de auxilio o incorporación de tierra fértil.

VI.1.7. Programa de reforestación

El programa de reforestación considera dos áreas. La primera (i) corresponde a una medida de compensación ambiental, que consiste en reforestar una superficie equivalente en un sitio degradado cercano al CUSTF (3.45 ha). Esta acción busca mitigar el impacto causado por las actividades de explotación, promoviendo la recuperación de áreas afectadas en las inmediaciones y contribuyendo a la conservación de la biodiversidad local.

La segunda área (ii) de reforestación se implementará en la etapa de abandono del sitio de explotación. En este caso, el enfoque es restaurar progresivamente la superficie que se va interviniendo. Esto implica que, cada año, se reforestará el total del área que hayan completado el proceso de extracción, aproximadamente 0.345 ha, de acuerdo con el avance del programa de actividades de la explotación del depósito de arcilla. Este enfoque gradual permitirá una recuperación continua y sostenida del terreno, minimizando el tiempo de exposición del suelo y reduciendo el riesgo de erosión. Además, se llevará a cabo un monitoreo constante para evaluar el desarrollo de las plantas y realizar ajustes en las técnicas de restauración según sea necesario, garantizando así el restablecimiento de las funciones ecológicas en el área intervenida.

VI.1.7.1. Elección de las especies a reforestar

Conviene elegir las especies de la región que mejor se adapten a las condiciones actuales del ecosistema en cuanto a suelo, clima, topografía, disponibilidad de agua, vegetación natural y objetivos de la reforestación, entre otras. Dado que la reforestación tiene como objeto principal la restauración, se ha considerado el pasto *Eragrotis mexicana*, por ser una especie primaria de la sucesión ecológica, y ayudará a estabilizar el suelo para el establecimiento de las especies de las etapas siguientes. También se considera la especie *Prosopis glandulosa* y *Vachellia sp* por ser representativas, abundantes y fáciles de reproducir.

VI.1.7.2. Objetivos

- Realizar la reforestación de **6.9 hectáreas** con especies nativas de la región para incrementar la cobertura arbórea, evitar la erosión, restablecer las condiciones de cubierta vegetal, garantizar la permanencia y propagación de las áreas forestales como medida de compensación.
- Capturar la mayoría de las emisiones de GEI producidas por el desarrollo del proyecto
- Restablecer las condiciones de cubierta vegetal una vez terminadas las obras.
- Garantizar la permanencia y regeneración de las áreas forestales.
- Evitar la erosión.
- Cumplir con las actividades de compensación.
- Restaurar una zona degradada cercana al sitio de CUSTF

VI.1.7.3. Metas

Realizar una reforestación en **6.9 hectáreas** de *Agave durangensis*, *Prosopis sp* y *Vachellia sp.*, de las cuales 3.45 ha son para compensación y 3.45 ha de restauración.

VI.1.7.4. Metodología

VI.1.7.4.1. Selección de especies

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 forestales nativas, por lo que se realizó la elección de las especies siguientes.

- *Prosopis laevigata*.
- *Vachellia sp*

VI.1.7.4.2. Determinación de la densidad de reforestación

La determinación de la cantidad de planta o semilla requerida para la reforestación depende principalmente del arreglo o diseño de la reforestación, que puede ser: tres bolillo, marco real o enriquecimiento de rodales o incluso al voleo; también es importante considerar el ecosistema, ya que la estructura y conformación es diferente para cada uno. Para ambas especies lo recomendable es utilizar el sistema al voleo, sin embargo, se buscará que mantengan la densidad original del sitio.

VI.1.7.4.3. 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 características siguientes (CONAFOR, 2010).

- Diámetro mínimo a la base de 4 mm.
- Altura entre 15 y 25 cm.
- 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.

VI.1.7.4.4. Época de la 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 condiciones siguientes: 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).

VI.1.7.4.5. 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 recomendaciones siguientes:

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 está.

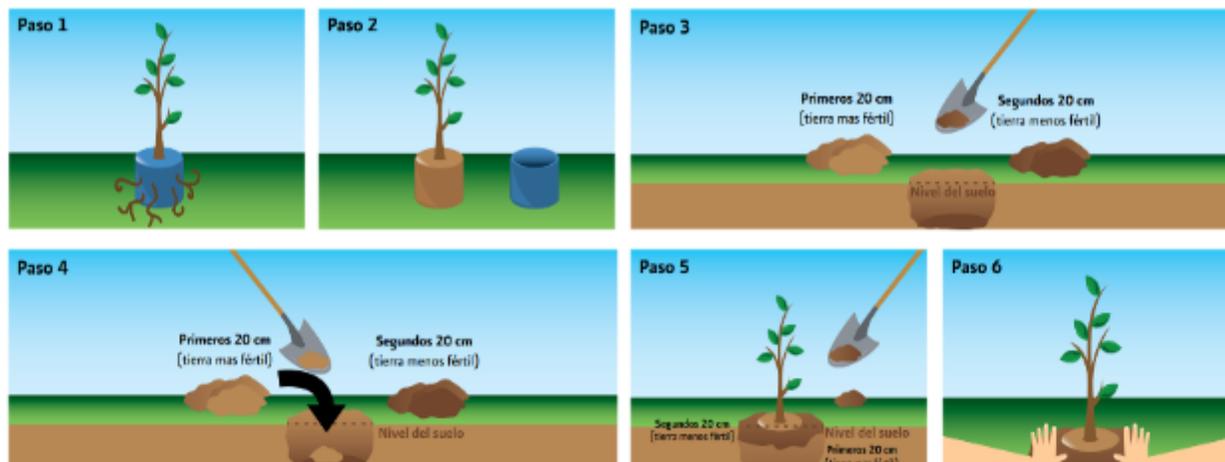


Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-23. Sistema de cepa común a utilizar en la reforestación (CONAFOR, 2010)

Para asegurar que la reforestación se realice con éxito se debe considerar lo siguiente:

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.

VI.1.7.4.6. Lugares de acopio

La planta necesaria para ejecutar la reforestación será adquirida en los viveros de la región.

VI.1.7.4.7. Indicadores de evaluación

Evidencia fotográfica, informes anuales y planos georreferenciados.

VI.1.7.4.8. Mantenimiento y monitoreo de la supervivencia de los individuos

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 que 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.

VI.1.7.5. Programa de actividades

El programa de actividades para realizar la reforestación es el siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-94. 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	

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

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

VI.1.7.6. Evaluación del rescate y reubicación

Para el caso del área 1, 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. 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 vigor, sanidad, y respuesta al medio.

VI.1.7.7. Sobrevivencia mínima esperada y acciones emergentes

La sobrevivencia mínima que se espera es del 85%. 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.

En el caso del área 2, la evaluación de la supervivencia se realizará de manera anual, manteniendo las mismas consideraciones en cuanto análisis de supervivencia y remplazo de plántula. Además, los recorridos para realizar la evaluación serán en el mes de junio y se considerará el mismo porcentaje de supervivencia (85%).

VI.1.7.8. Informe de avances y resultados

Los informes serán presentados a la SEMARNAT de la manera siguiente.

- Un informe, una vez realizada la plantación.
- Un informe anual correspondiente a la evaluación sobre el porcentaje de sobrevivencia.

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

VI.1.8. Actividades de mitigación en las diferentes etapas

Las principales medidas de mitigación, prevención y restauración para los diferentes componentes ambientales de acuerdo con las diferentes etapas de la explotación son:

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-95. Medidas propuestas para los diversos componentes ambientales.

Componente	Clave Medida	Medida	Preparación del Sitio	Operación - mantenimiento	Abandono del Sitio
Atmósfera	1	Mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos y la maquinaria utilizada.	x	x	x
Atmósfera	2	Se prohíbe el uso de fuego en cualquiera de las actividades.	x	x	x
Atmósfera	3	Para evitar que se generen polvos por el tránsito de los vehículos, se mantendrá una velocidad de 15 km/hr dentro del sitio.	x	x	x
Atmósfera	4	Mantenimiento preventivo y correctivo a los caminos de acceso.	x	x	x
Atmósfera	5	Los vehículos utilizados deberán contar con silenciador de ruido.	x	x	x
Atmósfera	6	El material que durante su transporte pudiera emitir partículas a la atmósfera, deberá ser cubierto con lonas u humedecido para evitar la dispersión de partículas.		x	
Agua	7	Instalar sanitario portátil en el frente de obra.	x	x	x
Agua	8	Realizar los trabajos de acondicionamiento de los caminos fuera de la época de lluvias.	x	x	x
Agua	9	Colocar material con buena permeabilidad y drenaje a la superficie de rodamiento de los caminos.	x	x	x
Agua	10	Restringir el movimiento de vehículos fuera de las áreas autorizadas.	x	x	x
Agua	11	Que la explotación de la Bentonita se lleve a cabo conforme el programa de trabajo.		x	
Agua	12	El camino por rehabilitar deberá contar con cunetas para el desvío del agua para evitar la destrucción de este.	x	x	x

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

Agua	13	Se hará un muestreo semestral de las corrientes de agua para comprobar su calidad.		x	
Topografía	14	Que la explotación de los recursos solo sea en las zonas establecidas.	x	x	x
Topografía	15	No realizar perforaciones a profundidad.		x	
Suelo	16	Se respetarán las áreas delimitadas para las obras.	x	x	x
Suelo	17	Manejo adecuado de los residuos sólidos.	x	x	x
Suelo	18	Se prohíbe realizar mantenimiento a vehículos y maquinaria en el sitio.	x	x	x
Suelo	19	Jornada de limpieza de caminos y áreas de trabajo.	x	x	x
Suelo	20	Implementar mecanismo de recolección de grasas y aceite (casos fortuitos).	x	x	x
Suelo	21	Implementar un programa de restauración en el abandono del sitio.			x
Suelo	22	Colocar material con buena permeabilidad y drenaje a la superficie de rodamiento del camino a rehabilitar, para reducir la erosión, la pérdida de materiales y generación de polvos.	x	x	x
Suelo	23	Se deberán suavizar los taludes durante la etapa de abandono del sitio.			x
Suelo	24	Queda estrictamente prohibido desarrollar caminos alternos durante el desarrollo del proyecto.	x	x	x
Suelo	25	Se acomodará y picará los productos forestales maderables resultado de la remoción de la vegetación en áreas aledañas a la zona de acceso en forma perpendicular a la pendiente para favorecer el establecimiento de vegetación y disminuir la erosión hídrica	x		

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

Suelo	26	En las áreas forestales con pendientes mayores a los 15 grados y en aquellas que presenten problemas de erosión o un aumento del grado de erodabilidad ocasionado, aplicar un programa de conservación de suelos.			x
Suelo	27	Picar y esparcir los residuos vegetales producto del desmonte en los suelos desnudos, con el fin de facilitar la incorporación de los elementos bioquímicos al suelo a través de su proceso natural de biodegradación sin interferir con la germinación de las semillas.	x		
Paisaje	28	Realizar las obras por etapas, para una incorporación de la obra al paisaje de manera paulatina.	x	x	x
Paisaje	29	Manejo adecuado de los residuos.	x	x	x
Fauna	30	Ahuyentamiento temporal de la fauna antes de iniciar cualquier actividad.	x	x	x
Fauna	31	Prohibición de caza de fauna silvestre.	x	x	x
Fauna	32	Instalar 2 letreros alusivos a la protección de la fauna silvestre.	x	x	x
Fauna	33	Queda prohibida la instalación de campamentos y almacenes dentro de las zonas no autorizadas.	x	x	x
Flora	34	Prohibir la remoción de la vegetación (no realizar cambios de uso de suelo no autorizados).	x	x	x
Flora	35	Prohibir el uso del fuego para prevenir el riesgo de incendios forestales.	x	x	x
Flora	36	Aplicar un programa de abandono del sitio, que implique la reforestación del sitio.			x
Flora	37	Implementar un programa de rescate y reubicación de flora y fauna.	x		
Sociedad	38	Contratación de habitantes que radiquen en las poblaciones del AI.	x	x	x
Sociedad	39	Para prevenir accidentes se recomienda que los trabajadores utilicen equipo de protección personal y se cumplan con las Normas de Seguridad e Higiene.	x	x	x

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

Sociedad	40	Mantenimiento de caminos.	x	x	x
Sociedad	41	Acceso a servicios médicos (solo para los obreros).	x	x	x

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular

VI.1.9. Actividades de mitigación como consecuencia del abandono del sitio (abandono definitivo)

Como se ha descrito en el programa de trabajo, la etapa de abandono definitivo del sitio se llevará a cabo una vez que la explotación haya llegado al final de su vida útil, sin embargo, ha de plantearse las actividades para su abandono definitivo siguientes.

- Realizar la clausura de la zona de explotación y patio de maniobra.
- Una vez completado el abandono y limpieza del lugar, restituir el paisaje teniendo en cuenta el entorno circundante para lograr su integración.
- Realizar la reforestación sobre las áreas desprovistas de vegetación.
- Reforestar el total de la zona intervenida para la explotación de arcilla.
- La capa superficial del suelo vegetal será recuperada y dispuesta sobre el área que ocupa los patios de maniobras para su reforestación.
- Se ejercerá un control sobre la basura generada, para su disposición en el lugar que destine la autoridad local competente.
- En las actividades de restauración, se utilizarán únicamente individuos de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas locales.

VI.1.10. 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 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 los componentes más vulnerables como la geología e hidrología. Ya que se buscará llevar lo más posible a su estado original la vegetación, una vez terminada la vida útil de la obra. El impacto residual o a largo plazo será sobre el **paisaje** el cual será compensado a través de la reforestación de áreas adyacentes al sitio. 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 un **alto grado de marginación**, sin embargo, cuenta con una enorme cantidad de recursos que pueden ser aprovechados para disminuir la pobreza extrema.

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-96. Procedimiento de cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas

Componente	Impacto	Clave	Medida	Componentes indirectos que beneficia	Forma de mitigación de impactos
Aire	Aumento en la concentración de gases efecto invernadero	1	Mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos y la maquinaria utilizada.	Agua, Suelo, Biota, Paisaje	Se reducen las emisiones tener mantenimiento adecuado los equipos y vehículos.
		2	Se prohíbe el uso de fuego en cualquier actividad	Suelo, Biota, Paisaje	Se previenen incendios forestales al evitar el uso de fuego
	Generación de polvo	3	Para evitar que se generen polvos por el tránsito de los vehículos, se mantendrá una velocidad de 15 km/hr dentro del sitio.	Suelo, Biota, Social	Reducción en la generación de polvos y disminución del ruido en el sitio
		4	Mantenimiento preventivo y correctivo a los caminos de acceso.	Agua, Suelo, Biota, Paisaje	Al mantener los caminos en buenas condiciones se evita la generación de polvos.
	Generación de ruido	5	Los vehículos utilizados deberán contar con silenciador de ruido.	Social	Reducción de ruido por mantenimiento adecuado de equipos y vehículos.
Agua	Generación de polvo	6	El material que durante su transporte pudiera emitir partículas a la atmósfera, deberá ser cubierto con lonas u humedecido para evitar la dispersión de partículas.	Agua, Suelo, Biota	Se minimizan los efectos adversos que se pueden presentar por el uso de fuego
	Contaminación de agua por sedimentos	7	Instalar sanitario portátil en el frente de la obra.	Agua, Suelo	El sanitario servirá para evitar que las aguas residuales entren en contacto con el suelo y el agua en el sitio.
		8	Realizar los trabajos de acondicionamiento de los caminos fuera de la época de lluvia.	Suelo, Agua, Paisaje	Al realizar el mantenimiento fuera del temporal de lluvias se evita el deterioro de los caminos y se evita generar daños mayores al componente suelo.
		9	Colocar material con buena permeabilidad y drenaje a la superficie de rodamiento de los caminos.	Suelo, Agua	La colocación de material de buena calidad asegurará que los caminos se mantengan en buenas condiciones.

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

		10	Restringir el movimiento de los vehículos fuera de las áreas autorizadas.	Suelo	Al restringir el acceso movimiento de los vehículos zonas no autorizadas, se evita la erosión y compactación terreno.
		11	Que la explotación de la arena de bentonita se lleve a cabo conforme el programa de trabajo	Suelo, Agua	Delimitar de manera oportuna visible los vértices y las zonas trabajo
		12	El camino por rehabilitar deberá contar con cunetas para el desvío de agua para evitar la destrucción de este.	Suelo, Agua	Se rehabilitarán los caminos acceso instalando y rehabilitando las cunetas
		13	Se hará un muestreo semestral de las corrientes de agua para comprobar su calidad.	Agua	Implementar muestreos veces al año con el fin de saber el agua está siendo contaminada por los sedimentos producto explotación
Topografía	Movimiento de material geológico superficial	14	Que la explotación de los recursos solo sea en las zonas establecidas.	Agua, Suelo, Biota, Paisaje	Apegarse en todo momento a lineamientos de acuerdo al plan de trabajo establecido.
		15	No realizar perforaciones a profundidad.	Agua, Suelo, Biota, Paisaje	Apegarse en todo momento a lineamientos de acuerdo al plan de trabajo establecido.
Suelo	Generación de residuos sólidos	16	Se respetarán las áreas delimitadas para las obras.	Suelo, Agua, Biota, Paisaje	Realizar la ubicación física de vértices del sitio que sea afectado.
		17	Manejo adecuado de los residuos sólidos.	Suelo, Agua, Biota, Paisaje	Evitar la contaminación del agua y suelo.
		18	Se prohíbe realizar mantenimiento a vehículos y maquinaria en el sitio.	Suelo, Agua, Biota, Paisaje	Se reducen la contaminación del suelo y agua al prohibir actividades en el sitio.
		19	Jornada de limpieza de caminos y áreas de trabajo.	Suelo, Agua, Biota, Paisaje	Remediar y corregir en caso de existir la mala disposición de residuos sólidos.
		20	Implementar mecanismo de recolección de grasas y aceite	Suelo, Agua, Biota, Paisaje	Durante el desarrollo del proyecto se realizarán jornadas

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

		(casos fortuitos)		colectar todos aquellos materiales contaminantes a fin de evitar contaminación del agua
Erosión de sedimentos	21	Implementar un programa de restauración en el abandono del sitio	Suelo, Agua, Biota, Paisaje	Se efectuará un abandono de sitio con el objetivo de mitigar impactos negativos.
	22	Colocar material con buena permeabilidad y drenaje a la superficie de rodamiento del camino a rehabilitar, para reducir la erosión, la pérdida de materiales y generación de polvos	Suelo, Agua, Biota, Paisaje	Al colocar material de calidad se propiciará el cuidado de los caminos evitando que el suelo se erosione y se contamine el agua.
	23	Se deberán suavizar los taludes durante la etapa de abandono del sitio	Suelo, Agua, Biota, Paisaje	la colocación de material de calidad asegurará que los caminos se mantengan en buenas condiciones.
	24	Queda estrictamente prohibido desarrollar caminos alternos durante el desarrollo del proyecto	Suelo, Agua, Biota, Paisaje	Los caminos y la zona de explotación serán claramente definidos
	25	Se acomodará y picará los productos forestales maderables resultado de la remoción de la vegetación en áreas aledañas a la zona de acceso en forma perpendicular a la pendiente para favorecer el establecimiento de vegetación y disminuir la erosión hídrica.	Suelo, Agua	Se minimizan los efectos adversos que se pueden presentar producto de la erosión eólica o hídrica
	26	En las áreas forestales con pendientes mayores a los 15 grados y en aquellas que presenten problemas de erosión o un aumento del grado de erodabilidad ocasionado, aplicar un programa de conservación de suelos.	Suelo, Agua	Evitar los efectos negativos producto de la remoción de la vegetación
	27	Picar y esparcir los residuos vegetales producto del desmonte en los suelos desnudos, con el fin de facilitar la incorporación de los elementos bioquímicos al suelo a través de	Suelo, Flora	Ayudar a la restauración natural y la recuperación de zonas con problemas de erosión

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

			su proceso natural de biodegradación sin interferir con la germinación de las semillas.		
Paisaje	Pérdida de armonía visual	28	Realizar las obras por etapas, para una incorporación de la obra al paisaje de manera paulatina.	Suelo, Paisaje	El establecimiento de las obras de manera paulatina ayudará a tener un mejor aspecto visual.
		29	Manejo adecuado de los residuos.	Agua, Biota, Paisaje	Durante el desarrollo del proyecto se realizarán jornadas para colectar todos aquellos materiales contaminantes a fin de evitar contaminación
Fauna	Desplazamiento de especies silvestres	30	Ahuyentamiento temporal de la fauna antes de iniciar cualquier actividad.	Biota	Permitir el ahuyentamiento de la fauna es la medida más efectiva que ayudará a no tener afectaciones
		31	Prohibición de caza de fauna silvestre.	Biota	Al informar acerca de las características e importancia de la fauna, y prohibición de la caza se tendrá un efecto de conciencia ambiental.
		32	Instalar 2 letreros alusivos a la fauna.	Biota	Al informar acerca de las características e importancia de la fauna, y prohibición de la caza se tendrá un efecto de conciencia ambiental.
		33	Queda prohibido la instalación de campamentos y almacenes dentro de las zonas no autorizadas.	Biota	Delimitar adecuadamente las áreas autorizadas en la etapa de preparación del sitio.
Flora	Modificación de la estructura vegetal	34	Prohibir la remoción de la vegetación (no realizar cambio de uso de suelo no autorizados)	Biota, Suelo, Paisaje	Con la delimitación de los polígonos para el desarrollo minero, se estará garantizando que no se afecte la vegetación
		35	Prohibir el uso del fuego para prevenir el riesgo de incendios forestales.	Biota, Suelo, Paisaje	Reduce el riesgo que presenten los incendios forestales por actividades antrópicas.
		36	Aplicar un programa de abandono del sitio, que implique la reforestación del sitio.	Agua, Biota, Paisaje	Ayudará a aumentar la cobertura vegetal como medida de compensación ambiental, con el fin de disminuir los impactos negativos derivados del desarrollo minero.
		37	Implementar un programa de rescate y reubicación de flora y fauna	Biota	Garantizará que la fauna y flora del sitio sea reubicado con las oportunidades necesarias para su supervivencia

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

Sociedad	Incremento de la Calidad de vida de los habitantes. Generación de empleos a nivel local y regional	38	Contratación de poblaciones del AI.	Sociedad	En la contratación de personal se recomienda dar preferencia a habitantes de la zona, con el fin de evitar la generación de impactos sobre el medio socioeconómico y canalizar parte de la derrama económica hacia la población local.
		39	Para prevenir accidentes se recomienda que los trabajadores utilicen equipo de protección personal y se cumplan con las Normas de Seguridad e Higiene.	Sociedad	Para prevenir accidentes se recomienda que los trabajadores utilicen equipo de protección personal acorde con las actividades que desarrollen, como cascos, tapabocas, guantes, botas, etc., bajo el mismo concepto se sugiere que durante todas las etapas del proyecto se cumplan con las Normas de Seguridad e Higiene.
		40	Mantenimiento a los caminos	Agua, Suelo, Biota, Paisaje	Al mantener los caminos en buenas condiciones se evita la generación de polvos.
		41	Acceso a servicios médicos (solo para obreros).	Sociedad	Todos los trabajadores se darán de alta en el seguro médico antes de comenzar las labores.

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular

VI.2. Impactos residuales

Los impactos residuales se refieren a efectos que permanecen en el ambiente después de aplicar las medidas de prevención, mitigación compensación y restauración. En gran medida el cumplimiento del programa de protección ambiental depende de la correcta aplicación de estas medidas; sin embargo, a pesar de ello, en mucho de los casos los impactos tienen una residualidad que es muy difícil establecer alguna medida para reducir el daño ambiental. Por tanto, para identificar y evaluar estos impactos se comparó el estado actual del factor ambiental con respecto al escenario probable del ambiente una vez que se encuentra en operación las obras. Para tal caso se usó la matriz de Batelle - Columbus modificada para la etapa de **operación** considerando los efectos que tendrán las medidas de prevención, mitigación compensación y restauración descritas anteriormente sobre el impacto ambiental. La metodología usada consideró mantener el índice de calidad ambiental (CA_1) en su estado inicial (actual), el cual fue contrarrestado con el índice de calidad ambiental después de aplicar las medidas y que las obras ya se encuentran en operación (CA_2), entonces, si el valor del impacto neto (**IN**) resulta negativo este impacto es considerado residual, dado que no tiene una forma de como mitigar el daño ambiental sobre ese parámetro evaluado. Los resultados se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-97. Identificación de los impactos residuales.

CATEGORÍA	COMPONENTES	PARAMÉTROS	Índice de CA		CA_M Alerta	UIA	UIP		Impacto neto
			CA_1	CA_2			IN_1	IN_2	
Biótico	Flora	Desmonte	0.72	0.51	-0.2	80	57.6	40.8	-16.8
Biótico	Flora	Fragmentación	0.46	0.22	-0.24	40	18.4	8.8	-9.6
Biótico	Flora	Estructura y composición	0.41	0.38	-0.03	60	24.6	22.8	-1.8
Biótico	Flora	Biodiversidad	0.54	0.49	-0.05	40	21.6	19.6	-2.0
Biótico	Flora	Especies de interés	0.61	0.51	-0.1	20	12.2	10.2	-2.0
Biótico	Fauna	Desplazamiento	0.71	0.67	-0.04	25	17.8	16.8	-1.0
Biótico	Fauna	Mortandad	0.51	0.47	-0.04	20	10.2	9.4	-0.8
Biótico	Fauna	Abundancia	0.69	0.65	-0.04	40	27.6	26.0	-1.6
Biótico	Fauna	Biodiversidad	0.61	0.59	-0.02	40	24.4	23.6	-0.8
Biótico	Fauna	Especies de interés	0.64	0.58	-0.06	40	25.6	23.2	-2.4
Físico	Topografía	Pendiente	0.68	0.44	-0.24	20	13.6	8.8	-4.8
Físico	Topografía	Relieve	0.67	0.46	-0.21	10	6.7	4.6	-2.1
Físico	Topografía	Orientación	0.52	0.48	-0.04	10	5.2	4.8	-0.4
Físico	Topografía	Curvatura	0.48	0.39	-0.09	10	4.8	3.9	-0.9
Físico	Suelo	Contaminación	0.62	0.45	-0.17	20	12.4	9.0	-3.4
Físico	Suelo	Compactación	0.67	0.31	-0.36	20	13.4	6.2	-7.2
Físico	Suelo	Temperatura	0.64	0.61	-0.03	10	6.4	6.1	-0.3
Físico	Suelo	Materia orgánica	0.45	0.38	-0.07	30	13.5	11.4	-2.1
Físico	Suelo	Erosión hídrica	0.62	0.51	-0.11	50	31.0	25.5	-5.5
Físico	Suelo	Erosión eólica	0.71	0.47	-0.24	50	35.5	23.5	-12.0
Físico	Suelo	Remoción	0.70	0.28	-0.42	20	14.0	5.6	-8.4
Físico	Agua	Contaminación	0.62	0.51	-0.11	25	15.5	12.8	-2.8
Físico	Agua	Escorrentamiento superficial e infiltración	0.71	0.67	-0.04	45	32.0	30.2	-1.8
Físico	Agua	Evapotranspiración	0.68	0.65	-0.03	25	17.0	16.3	-0.8
Físico	Aire	Olor	0.64	0.65	0.01	10	6.4	6.5	0.1
Físico	Aire	Visibilidad	0.48	0.51	0.03	5	2.4	2.6	0.2
Físico	Aire	Partículas sólidas disueltas	0.69	0.51	-0.18	20	13.8	10.2	-3.6
Físico	Aire	Ruidos	0.70	0.67	-0.03	20	14.0	13.4	-0.6
Físico	Paisaje	Calidad	0.72	0.58	-0.14	20	14.4	11.6	-2.8
Físico	Paisaje	Visitantes	0.68	0.66	-0.02	20	13.6	13.2	-0.4

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

Físico	Infraestructura	Caminos	0.54	0.49	-0.05	20	10.8	9.8	-1.0
Físico	Infraestructura	Líneas eléctricas	0.49	0.52	0.03	10	4.9	5.2	0.3
Físico	Infraestructura	Edificaciones	0.32	0.43	0.11	5	1.6	2.2	0.6
Socioeconómico	Valores históricos	Personajes	0.68	0.68	0	10	6.8	6.8	0.0
Socioeconómico	Cultura	Grupos étnicos	0.51	0.52	0.01	10	5.1	5.2	0.1
Socioeconómico	Centros de población	Interacciones comerciales directas	0.30	0.48	0.18	20	6.0	9.6	3.6
Socioeconómico	Centros de población	Interacciones comerciales indirectas	0.33	0.51	0.18	20	6.6	10.2	3.6
Socioeconómico	Estilos de vida	Oportunidad de empleo	0.28	0.28	0	30	8.4	8.4	0.0
Socioeconómico	Estilos de vida	Calidad de vida (salud)	0.31	0.31	0	30	9.3	9.3	0.0

Del análisis anterior los componentes que mantienen un impacto residual después de aplicar el programa de protección ambiental en la etapa de operación de las obras son los siguientes.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-98. Valor del cambio neto de los impactos residuales

COMPONENTES	UIA	UIP		IMPACTO NETO
		UIA ₁	UIA ₂	
Flora	240	134.4	102.2	-32.2
Fauna	165	105.6	99.0	-6.6
Topografía	50	30.3	22.1	-8.2
Suelo	200	126.2	87.3	-38.9
Agua	95	64.5	59.2	-5.3
Aire	55	36.6	32.7	-4.0
Paisaje	40	28.0	24.8	-3.2
Infraestructura	35	17.3	17.2	-0.2
Valores históricos	10	6.8	6.8	0.0
Cultura	10	5.1	5.2	0.1
Centros de población	40	12.6	19.8	7.2
Estilos de vida	60	17.7	17.7	0.0
Total	1,000	585.00	493.80	-91.20

Gráficamente, los valores negativos se pueden observar en la figura siguiente.

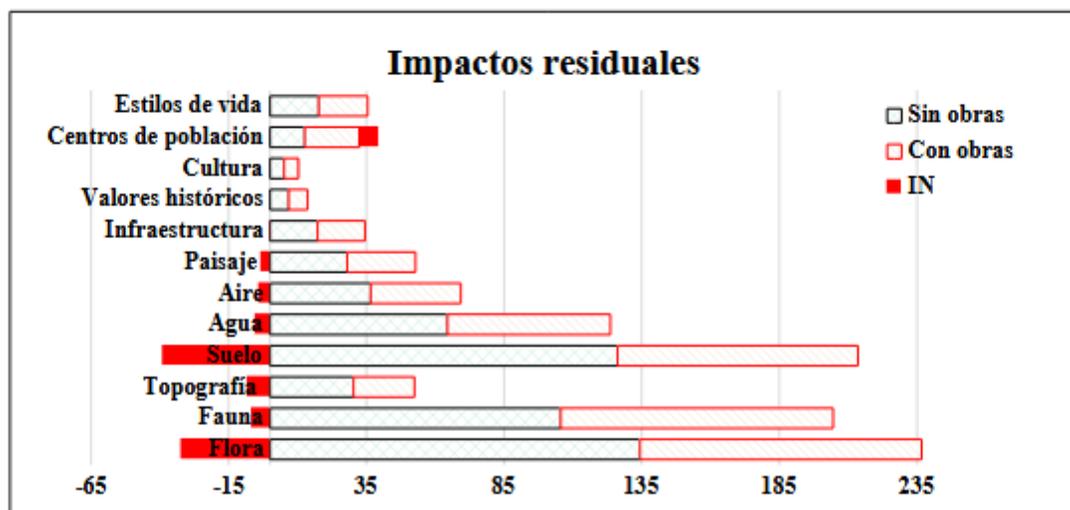


Figura Error: no se encontró el origen de la referencia-24. Identificación de los componentes que tienen impactos residuales

Las medidas que se proponen para minimizar y atenuar los impactos residuales se basan en aquellas presentadas de manera general, ya que se consideró sólo aquellas medidas que se van a aplicar con cierta efectividad, especificando la dimensión del impacto reducido. Los componentes que tendrán impactos residuales durante la vida útil son:

- Las obras modificarán permanentemente la topografía del sitio, no se podrá regresar el sitio en su estado original.
- El agua se verá alterada por el posible depósito de sedimentos como producto de la explotación.
- El suelo será un componente que tendrá impacto permanente, por el paso de vehículos y maquinaria pesada.
- La topográfica se modificará de manera permanente como producto de la explotación de la arcilla de bentonita de manera superficial.
- El paisaje también será modificado de manera permanente, aunque con las plantaciones anuales en el sitio regresará a su estado original de manera paulatina.
- El aire será alterado por la generación de polvo como producto del tránsito de vehículos y maquinaria pesada.

VI.3. Impactos sinérgicos y acumulativos

Un "*impacto sinérgico*" se produce cuando el efecto conjunto de impactos supone una incidencia mayor que la suma de los impactos individuales, por su parte un "*impacto acumulativo*" es el efecto que resulta de la suma de impactos ocurridos en el pasado o que están ocurriendo en el presente. En el sitio un impacto sinérgico y acumulativo se refiere a la modificación del gasto del cauce natural, este impacto si no se llevan a cabo las medidas necesarias para permitir el flujo de agua, puede desencadenar un desastre ecológico agua abajo del embalse. Es necesario, considerar mantener este gasto ecológico para permitir la subsistencia de la fauna silvestre y domestica aguas debajo de la cortina. En gran medida el cumplimiento del programa de protección ambiental depende de las medidas de mitigación y compensación de los impactos **sinérgicos y acumulativos** y, debe vigilarse permanentemente el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación ambiental. La idea es mantener una vinculación con la acción, para conocer su relación con el medio ambiente. Entre las acciones de seguimiento que se proponen para minimizar y atenuar los impactos sinérgicos y acumulativos, se encuentran:

- a) Informes sobre situación ambiental y evolución del plan de cumplimiento de las medidas de protección.
- b) Informes sobre evolución de aspectos socioculturales.
- c) Estudios ambientales complementarios si así se ameritan.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1. Pronóstico del escenario

Ambiental, haciendo un pronóstico con base en el diagnóstico ambiental del área de influencia del sistema ambiental y Predio, la evaluación de impactos y las medidas de manejo ambiental propuestas. El punto de partida del análisis son las condiciones presentes, tomando en cuenta las tendencias de cambio observadas y las esperadas después de la etapa de operación en relación con el estado actual de los componentes ambientales.

- a) En el escenario ambiental "**sin obras**", consideró un diagnóstico completo de los elementos del sistema ambiental (SA), donde los procesos naturales y socioeconómicos ocurren de manera natural presentando problemas como los incendios, erosión, contaminación, etc.
- b) El escenario ambiental del SA "**con obras y sin medidas de mitigación**", consideró la dinámica natural y socioeconómica actual, las actividades y dimensiones de la obra, así como los impactos ambientales que se pueden generar en las diferentes etapas.
- c) El escenario ambiental del SA "**con obras y con medidas de mitigación**", toma en cuenta la descripción de los aspectos citados en el punto anterior, pero incorporando las medidas de prevención, restauración y mitigación propuestas. El pronóstico del escenario se aborda a partir de la perspectiva de cambio que resultará de las acciones sobre el medio natural (principalmente en la etapa de operación), y las medidas de manejo ambiental correspondientes. Para ello se debe de tomar en cuenta la dinámica de las variables del medio ambiente a monitorear como indicadores de cambio.

- d) El escenario esperado se realizó por cada componente ambiental, usando la matriz de Batelle - Columbus modificada.

La descripción del escenario esperado cuando las obras se encuentren en su etapa de operación se presenta en el cuadro siguiente.

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-99. Análisis del pronóstico del escenario

Condición actual	Con las obras, pero sin medidas de mitigación	Con las obras, pero con m
Componente: Biotas [flora]		
Impacto: [01] Modificación de la abundancia y diversidad de la flora		
Atributo o variable: Diversidad y estructura		
<p>La vegetación existente en el sitio corresponde matorrales desérticos rosotófilos.</p> <p>El grado de deterioro de la vegetación es mínimo, ya que actualmente el sitio no ha sufrido alteraciones por actividades antrópicas.</p> <p>La tendencia a largo plazo es que se siga disminuyendo de manera natural la calidad de la vegetación debido al establecimiento de las obras y el tránsito de vehículos.</p>	<p>Durante la etapa de preparación del sitio es inevitable la eliminación total de la vegetación, ya que es una actividad necesaria para iniciar con la explotación de la bentonita.</p> <p>Este impacto solo se generará en la etapa de preparación del sitio, ya que, la vegetación será removida en su totalidad para dar paso a las etapas siguientes.</p> <p>La vegetación no podrá establecerse mientras existe la explotación de la arcilla, pues los restos vegetales pueden obstruir la obra y dañar la infraestructura.</p>	<p>Este impacto es de carácter significativo y del proyecto es necesario la eliminación de la vegetación para la explotación.</p> <p>Se supone que con las obras de restauración se compensará la pérdida de vegetación dentro del proyecto, pues se estarán restaurando zonas que han sido afectadas por las obras que sin estas obras se seguiría con el proyecto.</p> <p>Se llevará un programa de reforestación con especies nativas mucho mayor a la afectada. Se espera que la reforestación presente los servicios ambientales que el área del CO2 emitido por el establecimiento y de la explotación.</p> <p>Se incorporará el material removido a zonas que permitan la incorporación de los elementos que forman parte de su proceso natural de biodegradación y de las semillas.</p> <p>Realizar plantaciones en las zonas intervenidas para recuperar el suelo desnudo, además de ayudar a recuperar el estado original del área total.</p>
Componente: Biotas [fauna]		
Impacto: [02] Desplazamiento de especies de fauna silvestre		
Atributo o variable: Especies de interés especial		
<p>Específicamente en el área de influencia la fauna es escasa, ya que las especies prefieren hábitat con una cobertura vegetal mayor y con mayores zonas de alimentación y disponibilidad de agua, por lo que estas anidan o hacen sus madrigueras en las áreas más bajas cercanas a los arroyos.</p> <p>De manera general, la fauna silvestre tiende a desplazarse a zonas más tranquilas cuando se trata de trabajos que involucran actividades ruidosas que perturban la tranquilidad del hábitat.</p> <p>El flujo de fauna seguiría la misma tendencia, pues, aunque la remoción de la vegetación genere presión sobre los recursos, la fauna prefiere zonas más inaccesibles que les permitan protegerse de los depredadores o áreas con mayor disponibilidad de alimento, por lo que se van hacia zonas con mayores y mejores recursos.</p>	<p>Al aumentar el ruido por las actividades de explotación de la arcilla, las especies que pudieran estar presentes en la zona se desplazarán hacia lugares más tranquilos, es evidente que se modificará el hábitat local, sin embargo, no se encontraron áreas específicas de anidación o de alimentación de ninguna especie, solo se avistaron individuos en el sitio, por lo que se considera que el área solo la utilizan para desplazarse y por lo tanto no se considera un impacto relevante, pues solo será durante las etapas de preparación del sitio y operación - mantenimiento.</p> <p>Existe el riesgo de que, durante las actividades de preparación, operación - mantenimiento, los trabajadores cacen algunos animales, aunque se tendrá la precaución de evitarlo en todo momento, además se puede presentar la muerte de individuos por atropellamiento, por lo que se deberá revisar las áreas antes de iniciar labores, pues, aunque las especies se hayan desplazado no se descarta su presencia durante la jornada laboral.</p> <p>Por otra parte, la remoción de la vegetación en la zona de la explotación involucra una alteración al hábitat natural de las especies presentes en la zona del proyecto, sin embargo, se pudo establecer que la vegetación adyacente posee características similares, la cual ayudará a que la adaptación de las especies desplazadas sea más rápida.</p>	<p>Se colocará un letrero de protección a fauna silvestre sobre la importancia de la conservación de la fauna y a mejorar la cultura ambiental sobre el papel del ecosistema.</p> <p>La fauna será ahuyentada al inicio de las obras, pero no habrá afectación por atropellamiento o muerte de individuos, que en ocasiones lo hacen por creer que se trata de alguna especie de fauna de lento desplazamiento y de rescate y reubicación.</p> <p>El escenario con las medidas de protección de la fauna silvestre, pues el impacto no será a largo plazo, ya que al término de la explotación de los recursos del sitio y se dejará el paso libre a los individuos que regresen a su hábitat similar al actual.</p> <p>Con las plantaciones anuales que se realicen se favorecerá la reincorporación de la fauna a las zonas intervenidas y especies que fueron desplazadas regresen a su hábitat natural.</p>
Componente: Topografía		
Impacto: [03] Modificación de material geológico superficial		
Atributo o variable: Pendiente y exposición		
La pendiente promedio del sitio donde se establecerá el	La pendiente de la zona del proyecto se verá modificada, dado que la	Las medidas de mitigación permitirán que

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

<p>proyecto para la explotación de la bentonita es de 3.22% y corresponde a vegetación de matorral desértico rosetófilo.</p> <p>La exposición del sitio es mayormente hacia el noroeste y sureste.</p>	<p>explotación es de manera superficial, sin embargo, esto no impactará de manera significativa al entorno natural, ya que la zona propuesta es de 3.47 hectáreas.</p> <p>La exposición y relieve se verá modificado, por el movimiento del material requerido.</p>	<p>no permitirá deslaves, al impedir la explotación establecidas.</p> <p>La correcta disposición del suelo producto</p>
<p>Componente: Suelo</p>		
<p>Impacto: [04] Generación de residuos de manejo especial, sólidos urbanos y peligrosos</p>		
<p>Atributo o variable: Residuos sólidos</p>		
<p>Los residuos sólidos (basura) y peligrosos (llantas usadas) se generan en el sitio de manera esporádica por las actividades socioeconómicas, aunque en mínimas cantidades, pues hace falta mayor concientización e infraestructura para su recolección y disposición.</p> <p>Al ser una zona rural no se tiene la infraestructura necesaria para la disposición de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, por lo que se hacen basureros clandestinos o en ocasiones son quemados sin implementar el sistema de reciclaje, lo que genera una contaminación mayor. Por lo tanto, el panorama actual será similar en el mediano plazo, pues no hay programas para mejorar la conciencia ambiental de la población local.</p>	<p>Al utilizar vehículos de transporte personal y maquinaria pesada, se generarán residuos producto del mantenimiento de los mismos, estos pueden generarse dentro del área de trabajo pues las fallas se presentan de forma inesperada cuando se realice el mantenimiento preventivo. Los accidentes podrán provocar derrames que irán directamente al suelo y agua.</p> <p>En cuanto a los residuos sólidos no peligrosos, estos serán mínimos, pues los trabajadores serán de la región y podrán desplazarse a sus hogares para recibir sus alimentos, quizá se podrán generar residuos de latas o bolsas plásticas, de estos podrán ser recolectados y llevados a los sitios de disposición de la localidad. El impacto por la generación de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos estará presente durante la vida útil, sin embargo, este impacto puede ser mitigable de forma inmediata si se aplican las medidas de prevención identificadas.</p>	<p>Los residuos sólidos peligrosos serán los de los vehículos y motosierras, estos serán almacenados en su tapa correspondiente y serán mantenidos en un lugar temporal más cercana y dado que los recipientes serán temporales también serán pocos y solo corresponden a grasa, en ocasiones suelo contaminado, agua.</p> <p>Se contará también con un recipiente para los residuos no peligrosos, los cuales serán depositados en un lugar. El panorama de este componente se prevé si no se prevé un incremento por las dimensiones de los residuos se pueden presentar en cualquier momento.</p>
<p>Componente: Suelo y agua</p>		
<p>Impacto: [05] Erosión de sedimentos y fertilidad</p>		
<p>Atributo o variable: Material geológico superficial / Erosión / Fertilidad</p>		
<p>Actualmente el suelo del sitio está conformado por Calcisol, Regosol y Leptosol, gravosos y de textura media, los cuales son susceptibles a la erosión sobre todo en áreas con pendientes pronunciadas y cuando presentan mucho contenido de arcilla. De manera natural existe una pérdida de suelo por acción del viento y del agua, ya que existen pequeñas áreas con perturbación de vegetación y no se están llevando a cabo obras de restauración.</p> <p>Dentro del panorama sin obras se espera que la pérdida de suelo se mantenga en los niveles que se han tenido hasta ahora de manera natural.</p>	<p>El tránsito constante de vehículos pesados en el sitio y la explotación de los recursos ocasionara problemas de erosión de sedimentos como producto de las actividades productivas que se realizan, sobre todo en caminos y las zonas de mayor pendiente.</p> <p>Al eliminar la vegetación se incrementa considerablemente la tasa de erosión hídrica y eólica, aún y cuando se tenga una barrera para retener sedimentos como lo es la cortina del embalse.</p> <p>El panorama para sitio es el incremento de erosión a través de la formación de cárcavas en las áreas con mayor pendiente, lo cual generará otros impactos como disminución de la cobertura vegetal, así como menor infiltración para la recarga del acuífero.</p>	<p>Para reducir la tasa de erosión se implementarán obras de conservación de suelos en las áreas sitios con menor capacidad de embalse. Durante la etapa de operación se evitará el tránsito de vehículos sea dentro de las áreas establecidas.</p> <p>El material producto del desmonte se colocará en un lugar seguro de erosión, donde el suelo se encuentre de manera natural.</p> <p>En un futuro la pérdida de suelo será mínima y la zona sufrirá cambio de uso de suelo.</p>
<p>Componente: Aire</p>		
<p>Impacto: [06] Generación de polvo y ruido</p>		
<p>Atributo o variable: Atmósfera</p>		
<p>En el sitio la presencia de polvos y ruído es nula, se presenta principalmente en las zonas agrícolas donde el viento aumenta la proliferación de partículas.</p> <p>Actualmente en la zona la generación de ruido es nula, solo la que se presenta por el tránsito esporádico de vehículos de las personas de las zonas rurales cercanas.</p> <p>Las emisiones de polvo están presentes dentro de los caminos de acceso, además al ser caminos de terracería y presentar suelos muy finos, el viento genera polvaderas arrastrando partículas de suelo y opacando la visibilidad, aunque esto es muy puntual y se disipa de inmediato. Por lo que, existe una generación de polvos, aunque sea a baja escala, la cual ya es</p>	<p>La principal fuente de contaminación del aire será el tránsito constante de vehículos y maquinaria personal, lo que aumentará el ruido y la generación de polvo principalmente durante la época de estiaje.</p> <p>El panorama que se espera es un aumento considerable de ruido, que podrá afectar tanto al personal que no use el equipo auditivo adecuado como a la fauna de la zona del proyecto.</p> <p>Se presentará un ligero incremento en la generación de polvo por el tránsito constante de vehículos, por lo que habrá mayor generación de polvo durante las etapas de preparación del sitio y operación - mantenimiento, en el resto de las etapas las emisiones serán menores, pues serán de forma periódica y puntuales.</p>	<p>Para reducir la generación de polvo durante la explotación se evitará el tránsito de vehículos en los caminos y las zonas sin presencia de vegetación, lo que será positivo reduciendo el incremento de polvo.</p> <p>Para minimizar la generación de ruido todo el personal deberá utilizar un silenciador de ruido y la maquinaria pesada deberá ser permitida con horarios establecidos.</p> <p>La generación de polvo se puede mitigar a través de mover los vehículos únicamente al momento de la explotación de los residuos de vegetación para minimizar la contaminación. En días húmedos los caminos también permitirá disminuir las emisiones al margen de los caminos por los polvos generados, por lo que las emisiones sean mínimas, pues, aunque</p>

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

<p>parte del ambiente y permanecerá a largo plazo.</p> <p>El ruido en el sitio corresponde al viento y a algunas aves silvestres, los niveles de ruido no afectan a las localidades cercanas pues es parte de la naturaleza. Aunque a nivel sistema ambiental el ruido es producido por los vehículos particulares y las actividades diarias de los habitantes locales, por lo que los ruidos que pueda producir se pueden disimular con el producido en la población.</p>	<p>Sin duda el ruido estará presente en todas las etapas, aunque será más perceptible durante las etapas de preparación del sitio y operación mantenimiento pues se utilizarán motosierras para el derribo de la vegetación, así como maquinaria para la construcción, aunque este será a baja escala y solo afectará a los trabajadores, pues la vegetación y las pendientes onduladas permiten que el ruido sea poco perceptible a largas distancias, además, los trabajos se realizarán durante el día y solo una hora. El ruido de los vehículos será poco notable pues ya existen fuentes emisoras de este en la zona.</p>	<p>siempre será necesaria la comunicación en caso de que haya mayor número de vehículos.</p> <p>Se espera que con la implementación de las medidas de ruido estén dentro de los límites permitidos por la NOM-001-SEMARNAT-1994. El personal contará con equipo para protección auditiva. En el futuro el ruido se mantendrá dentro de los límites permitidos, no se espera un incremento mayor número de vehículos que puedan generar ruido con y sin obras permanecerá en la zona.</p>
<p>Componente: Agua</p>		
<p>Impacto: [07] Contaminación de agua por sedimentos</p>		
<p>Atributo o variable: Flujo superficial / sedimentos</p>		
<p>El sitio presenta diversos escurrimientos temporales, los cuales servirán para alimentar embalses cercanos durante la temporada de mayores escurrimientos.</p> <p>Los escurrimientos no tienen usos aguas arriba y aguas debajo de importancia, el uso que se le da al agua es para la fauna silvestre. Con las obras y actividades no se ha considerado desviar el curso de los cauces.</p>	<p>EL impacto principal es la contaminación de estos escurrimientos por desprendimiento y rodamiento de sedimentos de las partes altas de la zona del proyecto.</p> <p>Del agua que proveen estos cauces dependen pocas comunidades de especies de fauna silvestre. Además, no existen actividades productivas que se vean afectadas por la contaminación de los cauces</p>	<p>Se identificarán áreas críticas, como los cursos de agua, áreas de acopio de materiales y sitios donde se ubicarán presas de control de azud.</p> <p>Los programas de control de erosión y azud que se pueden llegar a presentar por el movimiento de sedimentos.</p>
<p>Componente: Aire</p>		
<p>Impacto: [08] Aumento en la concentración de gases de efecto invernadero</p>		
<p>Atributo o variable: Monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx)</p>		
<p>El sitio se encuentra en una zona rural, en donde las emisiones producidas son únicamente las que se generan por el tránsito de vehículos para trasladarse entre comunidades.</p> <p>No existen fábricas o industrias que generen grandes cantidades de emisiones, por lo que el panorama actual es un impacto muy bajo que se mantendrá a largo plazo si se sigue la misma tendencia de desarrollo.</p>	<p>El desarrollo de las obras implica el uso de una maquina y vehículos para el transporte de los materiales, transporte de personal y material producto de la explotación de los recursos mineros, lo cual generará un ligero incremento en las emisiones de gases por combustión de combustibles, aunque no se consideran significativas pues las dimensiones son pequeñas y las emisiones serán de forma periódica y unas horas al día.</p> <p>Las etapas de mayor generación serán la preparación del sitio y construcción, aunque estos podrán disiparse al momento en que los vehículos dejen de circular, puesto que el área está ubicada en una zona rural y la vegetación puede absorber estos gases.</p>	<p>Al mantener los vehículos en buen estado y el uso de aceites de buena calidad se reducirán las emisiones de gases. De manera semestral o cuando así lo requiera se realizará el mantenimiento de los motores para disminuir la contaminación dentro de los límites permisibles por la NOM-001-SEMARNAT-1994 y NOM-050-SEMARNAT-2005.</p> <p>Se considera que las condiciones actuales son aceptables, ya que, los impactos serán considerados como de baja magnitud durante las horas de trabajo de los vehículos, se mantendrá aún sin las obras. Además, se compensará y se lograrán almacenar la materia orgánica del desarrollo del proyecto.</p>
<p>Componente: Paisaje</p>		
<p>Impacto: [09] Pérdida de armonía visual</p>		
<p>Atributo o variable: Calidad visual</p>		
<p>En lo que respecta a la calidad del paisaje es buena, pues no existe infraestructura civil cerca que afecte el nivel de percepción.</p> <p>En lo que respecta a la calidad del paisaje es buena, aunque existe la presencia de infraestructuras desarrolladas anteriormente.</p>	<p>En general, sin las medidas de mitigación cuando el desarrollo de las obras esté concluido el sitio explotado será discordante con el uso de suelo, lo cual tendrá un impacto visual negativo.</p> <p>El desarrollo de las nuevas obras asociadas al proyecto es discordante con el paisaje natural, sin embargo, la mayor parte del área cuenta con presencia de alteraciones de tipo antropogénico lo cual reduce la belleza escénica.</p>	<p>La calidad visual del paisaje mejorará significativamente con la restauración, además, atraerá a la fauna nativa al sitio.</p> <p>El abandono del sitio contempla una serie de medidas que devolverán al sitio a su estado natural, mediante la implementación de compensación ambiental.</p>

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

Finalmente, se presenta la matriz de impactos que evalúa tanto el proyecto propuesto como las medidas de mitigación implementadas. Esta matriz se utilizará durante el desarrollo de las actividades y después de la conclusión del proyecto para determinar si las medidas propuestas para cada indicador son efectivas en la minimización de los impactos adversos que se producirán durante el aprovechamiento de los materiales pétreos en los cauces. La matriz de impactos permite una evaluación detallada y sistemática de los efectos positivos y negativos del proyecto, incluyendo la mitigación de los efectos negativos. Esto permitirá identificar y ajustar las medidas de mitigación según sea necesario, asegurando que el proyecto sea desarrollado de manera sostenible y amable con el medio ambiente.

Los resultados de la matriz de Batelle – Columbus (1972) son los siguientes.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-100. Valor del cambio neto de los impactos con obras de mitigación

CATEGORÍA	COMPONENTES	PARAMÉTRICOS	Índice de CA		CA _N Alerta	UIA	UIP		Impacto neto
			CA ₁	CA ₂			IN ₁	IN ₂	
Biótico	Flora	Desmonte	0.72	0.74	0.0	80	57.6	59.2	1.6
Biótico	Flora	Fragmentación	0.54	0.44	-0.1	40	21.6	17.6	-4.0
Biótico	Flora	Estructura y composición	0.41	0.57	0.16	60	24.6	34.2	9.6
Biótico	Flora	Biodiversidad	0.54	0.65	0.11	40	21.6	26.0	4.4
Biótico	Flora	Especies de interés	0.61	0.58	-0.03	20	12.2	11.6	-0.6
Biótico	Fauna	Desplazamiento	0.71	0.73	0.02	25	17.8	18.3	0.5
Biótico	Fauna	Mortandad	0.51	0.59	0.08	20	10.2	11.8	1.6
Biótico	Fauna	Abundancia	0.69	0.74	0.05	40	27.6	29.6	2.0
Biótico	Fauna	Biodiversidad	0.61	0.64	0.03	40	24.4	25.6	1.2
Biótico	Fauna	Especies de interés	0.64	0.65	0.01	40	25.6	26.0	0.4
Físico	Topografía	Pendiente	0.68	0.63	-0.05	20	13.6	12.6	-1.0
Físico	Topografía	Relieve	0.67	0.82	0.15	10	6.7	8.2	1.5
Físico	Topografía	Orientación	0.52	0.67	0.15	10	5.2	6.7	1.5
Físico	Topografía	Curvatura	0.48	0.74	0.26	10	4.8	7.4	2.6
Físico	Suelo	Contaminación	0.62	0.55	-0.07	20	12.4	11.0	-1.4
Físico	Suelo	Compactación	0.67	0.52	-0.15	20	13.4	10.4	-3.0
Físico	Suelo	Temperatura	0.64	0.54	-0.1	10	6.4	5.4	-1.0
Físico	Suelo	Materia orgánica	0.45	0.37	-0.08	30	13.5	11.1	-2.4
Físico	Suelo	Erosión hídrica	0.62	0.73	0.11	50	31.0	36.5	5.5
Físico	Suelo	Erosión eólica	0.71	0.65	-0.06	50	35.5	32.5	-3.0
Físico	Suelo	Remoción	0.70	0.52	-0.18	20	14.0	10.4	-3.6
Físico	Agua	Contaminación	0.62	0.68	0.06	25	15.5	17.0	1.5
Físico	Agua	Escurrimiento superficial e infiltración	0.71	0.75	0.04	45	32.0	33.8	1.8
Físico	Agua	Evapotranspiración	0.68	0.71	0.03	25	17.0	17.8	0.8
Físico	Aire	Olor	0.64	0.68	0.04	10	6.4	6.8	0.4
Físico	Aire	Visibilidad	0.48	0.52	0.04	5	2.4	2.6	0.2
Físico	Aire	Partículas sólidas disueltas	0.69	0.62	-0.07	20	13.8	12.4	-1.4
Físico	Aire	Ruidos	0.70	0.73	0.03	20	14.0	14.6	0.6
Físico	Paisaje	Calidad	0.72	0.74	0.02	20	14.4	14.8	0.4
Físico	Paisaje	Visitantes	0.68	0.73	0.05	20	13.6	14.6	1.0
Físico	Infraestructura	Camino	0.54	0.74	0.2	20	10.8	14.8	4.0
Físico	Infraestructura	Líneas eléctricas	0.49	0.76	0.27	10	4.9	7.6	2.7
Físico	Infraestructura	Edificaciones	0.32	0.78	0.46	5	1.6	3.9	2.3
Socioeconómico	Valores históricos	Personajes	0.81	0.81	0	10	8.1	8.1	0.0
Socioeconómico	Cultura	Grupos étnicos	0.74	0.74	0	10	7.4	7.4	0.0
Socioeconómico	Centros de población	Interacciones comerciales	0.30	0.62	0.32	20	6.0	12.4	6.4

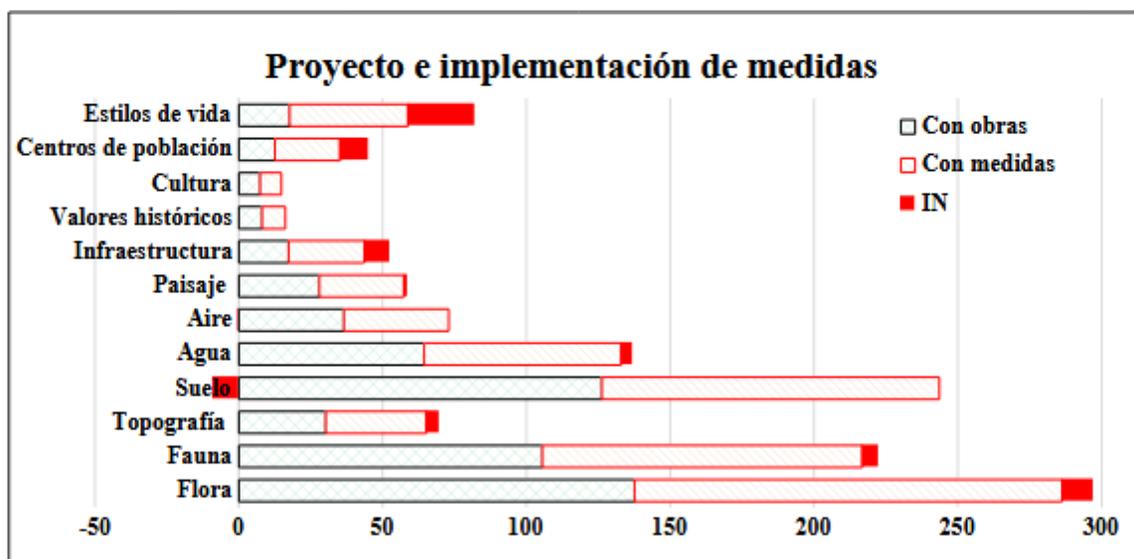
Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

Socioeconómico	Centros de población	directas Interacciones comerciales indirectos	0.33	0.51	0.18	20	6.6	10.2	3.6
Socioeconómico	Estilos de vida	Oportunidad de empleo	0.28	0.74	0.46	30	8.4	22.2	13.8
Socioeconómico	Estilos de vida	Calidad de vida (salud)	0.31	0.63	0.32	30	9.3	18.9	9.6

Del análisis anterior los componentes que mantienen un impacto residual después de aplicar el programa de protección ambiental en la etapa de operación de las obras son los siguientes.

COMPONENTES	UIA	UIP		IMPACTO NETO
		UIA ₁	UIA ₂	
Flora	240	137.6	148.6	11.0
Fauna	165	105.6	111.3	5.7
Topografía	50	30.3	34.9	4.6
Suelo	200	126.2	117.3	-8.9
Agua	95	64.5	68.5	4.1
Aire	55	36.6	36.4	-0.2
Paisaje	40	28.0	29.4	1.4
Infraestructura	35	17.3	26.3	9.0
Valores históricos	10	8.1	8.1	0.0
Cultura	10	7.4	7.4	0.0
Centros de población	40	12.6	22.6	10.0
Estilos de vida	60	17.7	41.1	23.4
Total	1,000	591.80	651.85	60.05

Gráficamente, los valores se pueden observar en la figura siguiente.



VII.2. Programa de vigilancia ambiental

VII.2.1. Generalidades

En el presente Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), se propone darle seguimiento a las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración de los impactos ambientales identificados, por lo que, la correcta y oportuna ejecución de estas medidas puede disminuir y mitigar los impactos negativos identificados, por tal motivo es fundamental y necesario una supervisión y evaluación constante, esto para asegurar el correcto seguimiento de las

medidas y tener un monitoreo de la calidad del medio ambiente. La biota, el aire, agua y suelo son componentes ambientales que se deben tener un monitoreo ambiental, dado que a partir de estas variables se puede comparar las condiciones antes y después de aplicar las medidas.

VII.2.2. Objetivos

El programa de vigilancia contempla los **objetivos** siguientes:

- 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,
- iii) Mantenimiento (impactos que no se habían considerado a ciertos elementos del ambiente y que resultaron en esta etapa).
- iv) Realizar el monitoreo de las variables físicas, químicas y biológicas que indiquen cambios en el comportamiento del sistema ambiental (o sistema ambiental regional) como resultado de la ejecución de las obras y actividades.
- v) Identificar impactos ambientales no previstos.

VII.2.3. Responsables

Es responsabilidad del control y seguimiento de las medidas El Promovente y la empresa contratista que desarrolle las obras y actividades. La responsabilidad para estos es la siguiente.

DEL PROMOVENTE

- Supervisar y coordinar la ejecución del plan de manejo ambiental que contiene todas las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración.
- Facilitar los medios y recursos necesarios para el cumplimiento del PVA.
- Verificar las bitácoras diarias de obra.
- Mantener constante comunicación y coordinación con el contratista.
- Contar con un supervisor de medio ambiente durante todas las etapas de la obra.

DEL CONTRATISTA

- Cumplir con la responsabilidad que El Promovente le contrate en materia de protección del medio ambiente.
- Cumplir con la legislación ambiental vigente en lo relacionado con la protección del medio ambiente.

SUPERVISOR DE MEDIO AMBIENTE

El supervisor de Medio Ambiente tendrá la obligación y autoridad para tomar decisiones, definir estrategias o modificar actividades que pudieran afectar el ambiente. Deberá tener la capacidad técnica y de autoridad para tomar decisiones y en caso de que las medidas propuestas no funcionen como se ha previsto y/o que se detecten impactos, que, por su naturaleza, no sean perceptibles en etapas anteriores. Como parte de sus obligaciones, el Supervisor de Medio Ambiente deberá coordinar en cuestión ambiental al personal que participe en las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, llenar la bitácora de verificación de la correcta ejecución de las medidas propuestas, elaborar informes referentes a observaciones durante y después a la implementación de las medidas para posteriormente compartirlas en un documento final; así como verificar la compatibilidad con el Sistema de Administración Ambiental que desarrolle el Promovente. El Supervisor de Medio Ambiente será responsable de ejecutar y dar seguimiento a lo siguiente:

- Comprobar *in situ* la ejecución de las medidas correctoras.
- Ejecución y coordinación de PVA.
- Evitar impactos ambientales no previstos.
- Alertar sobre sucesos excepcionales o situaciones de emergencia.

- Solicitar a los contratistas el cumplimiento de las medidas ambientales establecidas, así como la aprobación a posibles modificaciones que estas pudieran presentar.
- Emisión de informes periódicos sobre el grado de cumplimiento.
- Determinación de nuevas medidas en caso de ser necesarias, así como modificación a las ya establecidas en caso de así se requiera.

VII.2.4. Metodología

La metodología por seguir para verificar el cumplimiento de las medidas propuestas será a través de listas de control o listas de chequeo, que son formatos creados para realizar o verificar el cumplimiento de una lista de acciones y actividades ordenadas de manera sistemática, fáciles de analizar y que permiten al supervisor evaluar la ejecución y los resultados obtenidos con la implementación de las acciones.

VII.2.5. Metas

Las metas particulares son el cumplimiento de 41 medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración que son descritas en el Capítulo VI del presente estudio. En particular se han diseñado y recomendado las medidas siguientes.

VII.2.6. Seguimiento de las medidas

El programa de vigilancia ambiental se realizará periódicamente en el transcurso de los primeros cinco años, el cual consistirá en un recorrido semestral por la zona para observar posibles situaciones anómalas.

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-101. Seguimiento a las medidas de prevención, mitigación y compensación.

Componente	Impacto	Objetivo	Medida ambiental	Indicador	Supervisión	Recursos humanos / materiales
Aire	Aumento en la concentración de gases efecto invernadero	Prevenir y controlar la contaminación del aire, por la emisión de generadas por la operación de las obras y actividades	Toda la maquinaria y equipo serán sujetos a un programa de supervisión operativa y mantenimiento preventivo que asegure su funcionamiento en condiciones óptimas para cumplir con los estándares	Revisión bitácora	de Promovente*	Promovente/ se utilizarán talleres de mantenimiento y corrección que se encuentren establecidos en el complejo minero
Aire	Generación de polvo	Prevenir contaminación del aire por partículas provenientes de las actividades de remoción, compactación, acarreo de mineral	Controlar la contaminación del aire, por la emisión de partículas generadas por la operación de las obras y actividades	Revisión bitácora	de Promovente*	Promovente/ se colocarán lonas en los camiones para evitar la expansión de partículas, para regar en tiempos de expansión de cámara fotográfica
	Generación de ruido	Prevenir la contaminación del aire por altos decibeles de ruido producidas por las actividades mineras.	Toda la maquinaria y equipo serán sujetos a un programa de supervisión operativa y mantenimiento preventivo que asegure su funcionamiento en condiciones óptimas para cumplir con los estándares de la NOM-081-SEMARNAT-1994 en materia de ruido	Revisión bitácora	de Promovente, Contratista	Promovente, se utilizarán talleres establecidos en el complejo minero para mantenimiento.
Suelo	Generación de residuos sólidos	Evitar la incorporación de materiales contaminantes al ambiente.	Cartel alusivo al manejo adecuado de los residuos sólidos.	Establecer carteles en diferentes áreas y evidencia fotográfica	Promovente, Contratista	Promovente*
		Implementar jornadas de limpieza.	Jornada de limpieza de caminos y áreas de trabajo.	Evidencia fotográfica y calendario de actividades		Promovente, obreros, Cámara fotográfica
Suelo	Erosión de sedimentos	Preservar la capa fértil del suelo al prevenir la pérdida de partículas por acción del viento o agua.	Mediante prácticas de conservación, como la plantación de vegetación adecuada y técnicas de manejo sostenible, para mantener la salud del suelo y garantizar la sostenibilidad ambiental.	Evidencia fotográfica y calendario de actividades	Promovente, Contratista	Promovente*
Agua	Contaminación del agua por sedimentos	Proteger la calidad del agua al evitar que los residuos de la actividad minera ingresen a los cuerpos de agua.	Esto se logra mediante la implementación de medidas de control de erosión, gestión de residuos y prácticas sostenibles en la minería.	Supervisión, evidencia fotográfica y bitácoras	Promovente, Contratista	Promovente, Contratista
Suelo	Movimiento de material geológico	Garantizar la seguridad en las operaciones mineras, previniendo el	Implementar prácticas de fortificación adecuadas, monitoreo	Supervisión, evidencia	Promovente, Contratista	Promovente, Contratista

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

	superficial	colapso de túneles y galerías que podrían poner en riesgo la vida de los trabajadores y dañar la infraestructura.	continuo y técnicas de extracción seguras para prevenir accidentes y minimizar el impacto ambiental asociado con la minería subterránea.	fotográfica y bitácoras		
		Capacitación para el manejo de especies que pudiesen encontrarse en el área	Implementar capacitación de manejo de fauna silvestre			Promovente/, especialista fauna y capacitación
Fauna	Desplazamiento de especies de fauna silvestre	Concientizar a la gente y trabajadores a la protección de la fauna	Instalar letreros alusivos a la fauna	Evidencia fotográfica		Promovente, letreros
		Evitar el contacto humano y daños a la fauna	Ahuyentamiento temporal de la fauna antes de iniciar cualquier actividad.	Evidencia fotográfica y bitácora de trabajo	Promovente, Contratista	Promovente, especialista fauna y capacitación
Flora	Modificación de la abundancia y diversidad de la flora	Atenuar, reducir y frenar los efectos negativos derivados de la remoción de la vegetación en la zona de explotación.	Realizar una plantación con especies nativas de la región.	Evidencia fotográfica	Promovente, Contratista	Promovente, plántula, especializado para re-plantación
Paisaje	Pérdida de armonía visual	Preservar la estética del entorno, minimizando el impacto visual negativo causado por actividades mineras.	Mediante el diseño y ejecución de operaciones que integren medidas paisajísticas, como la restauración de paisajes alterados, la planificación cuidadosa de infraestructuras y la revegetación, con el fin de mantener la cohesión estética y el equilibrio visual en las áreas afectadas por la actividad minera.	Evidencia fotográfica	Promovente	Promovente, especialista en plantas a reforestar, picos y

***La Promovente cuenta con un departamento de medio ambiente y seguridad el cual será el encargado de realizar las actividades y hacer cumplir el pro**

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular

VII.2.7. Indicadores de realización

Los indicadores, son instrumentos de análisis que permiten simplificar, cuantificar y comunicar fenómenos complejos, también pueden ayudar a identificar fuerzas que contribuyen al mejoramiento o al deterioro de las condiciones ambientales al permitir el establecimiento de metas precisas para la acción futura y posibilitar a la autoridad la evaluación de los avances logrados mediante sus acciones. Son directamente proporcionales a la calidad ambiental, es decir a mayor valor del indicador, mayor es la calidad ambiental, dado que se refiere al porcentaje de superficie remanente después de efectuado el desmonte con respecto a la superficie original pero ponderado por el atributo de interés (valor natural, biodiversidad y especies con estatus). Los indicadores de seguimiento que serán analizados en este programa de monitoreo y vigilancia ambiental son: atmósfera, flora, fauna, agua y suelo, finalmente se presenta la evaluación del éxito del plan de medidas. Los indicadores de realización se hacen en apego a cada una de las medidas planteadas y en la metodología mediante una *lista de chequeo*, como la mostrada en el formato general de verificación ambiental.

VII.2.8. Indicadores de eficiencia

Los indicadores de éxito medibles corresponden a los conceptos siguientes:

- Mínimo del 80% de sobrevivencia de las reforestaciones.
- Mayor número de especies de fauna capturadas y reubicadas.
- Mínimo el 90% de suelo vegetal recuperado.
- El 100% del volumen de residuos confinados.
- Mínimo el 90% de suelo vegetal reutilizado.
- El 100% de las obras de control de azolves y control de erosión realizadas.
- El 100% de la supervivencia de las especies de flora reubicadas.

VII.2.9. Análisis, procesamiento de datos o interpretación de resultados

El análisis, proceso e interpretación del cumplimiento y resultados de la aplicación de las medidas para contrarrestar los impactos negativos, será registrado en el formato A, para posteriormente ser capturado en hoja electrónica de Excel y hacer los cálculos de cumplimiento de dichas medidas, a fin de evaluar la efectividad de las mismas, o en caso contrario de adecuarlas para su mejor efectividad.

Cuadro Error: no se encontró el origen de la referencia-102. Formato para la verificación ambiental del programa de medidas

A. Formato general de verificación ambiental					
Proyecto:			Obra:		
Elaboró:			Fecha:	No. de bitácora	
Medida	Cumple			Observaciones	Evidencias (Fotografías o documentos)
	Si	No	%		
1					
...					
...					
...					
...					
...					
34					

VII.2.10. Procesamiento 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.

VII.2.11. Medidas de urgente aplicación

La aplicación de medidas urgentes no contempladas en el presente programa, corresponden a las decisiones que el supervisor ambiental considera adecuadas, esto, por ejemplo, si las áreas de reserva donde se deja la vegetación nativa y donde se reubicar las especies vegetales rescatadas sufre un siniestro por incendio, se reprograma las acciones necesarias para hacer esta actividad en otro sitio; otro ejemplo, si las presas filtrantes al termino de algunos

años llegan a su nivel máximo de captación se realizara el mantenimiento de las mismas mediante el retiro del material captado.

VII.2.12. Formatos de apoyo

Los formatos que se usarán de apoyo para la correcta aplicación del PVA son los siguientes.

BITÁCORA DE MANTENIMIENTO TRIMESTRAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS				
Rutina de mantenimiento preventivo planificado	Empresa:	No.		
Equipo:	Responsable:			
Marca:				
Modelo:				
Serie:	Fecha:			
No. Inv. Técnico:				
I.D.:				
Trimestral	Estado			
	1	2	3	4
1 – Verificar el sistema de escape y silenciadores				
2 – Verificar el funcionamiento de los inyectores				
3 – Verificar el sistema de iluminación (faros)				
4 – Verificar el sistema de encendido				
5 – Verificar condiciones de las llantas				
6 – Verificar funcionamiento de relojes manómetros				
7 – Verificar condiciones de las horquillas y cadenas				
8 – Verificar condiciones de pedales (aceleración)				
9 – Verificar condiciones de freno de mano				
10 – Verificar sistema de dirección (terminales)				
11 – Verificar condiciones de arranque y ruidos				
12 – Verificar y corregir fugas de gas				
13 – Verificar y corregir fugas del radiador y bombas				
14 – Verificar fugas y nivel de aceite y ruidos				
15 – Verificar fugas y nivel de aceite del diferencial				
16 – Verificar el convertidor de par y transmisión				
17 – Verificar si falta tuerca de pernos				
Semanal	Estado			
	1	2	3	4
1 – Lavado y desengrase total del equipo				
2 – Limpiar colmena del radiador				
3 - Limpiar y/o reemplazar filtros de aire				
4 – Completar nivel de electrolito de la batería				
5 – Limpieza ajuste e inspección de bornes y cables				

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

6 – Cambiar aceite y filtro de motor				
7 – Completar agua al radiador				
8 – Drenar sedimentos del tanque y filtro				
9 – Purga de aire del sistema de inyección				
10 – Ajustar pernos y tuercas de las llantas				
11 – Engrase general del equipo				
Anotar:				
Materiales desgastados	Averías identificadas		Herramientas y equipos	
Estado: 1 Buenas condiciones, 2 Condiciones aceptables, 3 Regulares condiciones, 4 Malas condiciones				

BITÁCORA DE REGISTRO PARA EL AHUYENTAMIENTO DE FAUNA

Responsable:		Fecha:	
Área donde se realizó el Ahuyentamiento		Condiciones del sitio:	
Especie	Nombre Común	Observaciones	Foto

BITÁCORA DE REGISTRO DE CAPTURA Y REUBICACIÓN DE FAUNA

Responsable:				Fecha:			
Especie	Nombre común	Coordenadas UTM		No. de captura	Coordenadas UTM		Observaciones
		X	Y		X	Y	
Evidencia fotográfica:							

VII.2.13. Otras consideraciones

Se requiere la instalación de al menos una letrina portátil por cada 15 personas, con las especificaciones siguientes:

- a) Podrán colocarse letrinas o inodoros portátiles en construcciones como remolques o estructuras prefabricadas, de plataformas rodantes o cualquier otra estructura portátil. Si contienen más de un inodoro, cada uno deberá ocupar un compartimiento separado con una puerta y paredes o divisiones entre inodoros, suficientes para asegurar la privacidad. Los cuartos de baño que son para uso de varones deberán tener urinales. Los urinales no necesitan compartimientos separados.
- b) De ser el caso, deberán colocarse letrinas separadas para mujeres y para varones.
- c) Los pisos, paredes, techos, particiones y puertas interiores de todas las estructuras portátiles deberán tener un acabado que se pueda limpiar con facilidad.
- d) Cada cabina de inodoro portátil deberá proporcionar el espacio adecuado para el usuario con dimensiones mínimas en la parte interior que sean de al menos 91 cm. desde el frente hasta la parte trasera y de lado a lado, una altura interna libre de 1.98 m y la altura del asiento del inodoro de entre 35 a 31 cm.
- e) La puerta de la construcción o del área subdividida donde se encuentra instalado un solo inodoro deberá tener siempre un seguro interior. Cualquier puerta que lleve al exterior deberá tener un mecanismo para cerrarse por sí misma desde adentro
- f) Si la estructura contiene un tanque en el que se almacenan los desechos, este tanque deberá tener un dispositivo de ventilación hacia el exterior de la estructura con un área para ventilación mínima de 45 cm.
- g) Las cabinas de inodoro portátiles que no tengan ventilación mediante medios mecánicos deberán estar provistas con una apertura para ventilación con tela metálica que tenga un área transversal de al menos 0.09 metros cuadrados por cada inodoro.
- h) Cada letrina será colocada lejos mínimo 30 metros de distancia de sitios de reunión o donde se consuman alimentos.
- i) Próxima a cada letrina debe contar con un lavamanos o vasija con agua para poder lavarse las manos con agua y jabón después de utilizarla.
- j) Toda cabina debe contar en todo momento con papel higiénico
- k) Se realizará la limpieza completa de las letrinas 3 veces por semana, en dicho servicio se realizará la limpieza general del sanitario y recolección de los residuos
- l) Reglamento de uso de letrinas portátiles.
- m) Cada letrina deberá ser utilizada por una sola persona la vez
- n) La orina, las heces y el papel sanitario deberán ser depositadas en sus respectivos compartimentos.
- o) En todo momento la letrina deberá permanecer cerrada
- p) En todo momento la letrina deberá mantenerse limpia para evitar la proliferación de malos olores, y agentes infecciosos.
- q) Toda persona que sea sorprendida dañando o haciendo un mal uso de las letrinas será sancionada.

Para dar seguimiento a dichas acciones se deberá de llenar el Formato General de Verificación Ambiental presente en el Formato A, en dicho formato se deberá de plasmar la presencia o ausencia de letrinas portátiles y por ende el cumplimiento propuesto.

VII.3. Conclusiones

Los mayores impactos se producen en la etapa de *operación*, esto por el movimiento de maquinaria que implica el desarrollo del proyecto, durante toda la operación de la explotación de arcilla el sistema va a encontrar afectaciones en rubros como ruido y vibraciones y con ello la creación de un efecto barrera para fauna y flora nativa. La pérdida de arcilla por la acción de la explotación continua no terminará y al contrario aumentará hasta el término de la vida útil del banco.

Sin embargo, buenas prácticas de extracción y finalmente de abandono, reducen notablemente los impactos, de tal manera que con el paso del tiempo el impacto se hace casi nulo, esto debido a que el ecosistema lleva a cabo su función de regeneración, para esto será indispensable advertir con señalamientos que la zona está en recuperación.

La experiencia nos dicta que el beneficio de bentonita puede ser seguro al ecosistema en general, y que es la manera más antigua de generar valor; en este caso se considera importante su instalación ya que los beneficios son bastante altos en los rubros económico y sociocultural, además que tomando las medidas necesarias (ya indicadas en este documento) puede no considerar riesgos para el medio ambiente. En el punto VI, del presente documento, se proponen

algunas medidas preventivas y correctivas que mitigarían el impacto ambiental adverso a ciertos componentes del ambiente, lo que ayudará al ecosistema a que tenga una pronta regeneración.

Instrumentos metodológicos

	Fundamento	Descripción
Descripción del sistema ambiental	<p>La delimitación del área de influencia de los impactos se dividió en dos clasificaciones (Regional y Predial) en el regional se optó por el uso de la UGA y el predial por el espacio físico donde recaerían los posibles impactos directos en el entorno.</p> <p>La delimitación del área de influencia se realizó con base en los objetivos del proyecto y su localización en el entorno hidrológico y socioeconómico de la región, además se consideró el uso de suelo prevalectente, respecto a las Unidades de Gestión Ambiental (UGA). Un aspecto importante que considerar en la delimitación del sitio para el establecimiento del desarrollo de la línea eléctrica fue la característica propia de la infraestructura disponible (caminos, servicios de telecomunicación, disponibilidad de agua, etc.) y las necesidades para su construcción y operación con el entorno biótico y abiótico, especialmente con aquellas características fisiográficas. De tal manera que las interacciones que se darán entre sus actividades y los componentes ambientales sean en dos niveles.</p>	<p>Delimitación a nivel regional</p> <p><i>La delimitación se basó en la Unidad de Gestión Ambiental a la cual pertenece el sitio de interés. Otro aspecto que se consideró en la delimitación del SA fueron los elementos tales como; el clima, geología, suelo, fisiografía, hidrología superficial y subterránea, así como aspectos socioeconómicos de la zona, pero sin llegar a establecer límites, simplemente la predominancia de los ecosistemas vegetales en la región.</i></p> <p>Delimitación a nivel predial</p> <p><i>Aquí se incluye sólo la superficie que tendrá mayor presencia con las actividades antropogénicas al entrar en las etapas de operación, en donde se describen básicamente las características principales y los posibles impactos directos (de carácter significativo) que pudiesen presentarse al suelo, agua, flora y fauna. Además, se realizó una completa caracterización del sitio en términos de suelos, geología local e hidrología en función de sus rasgos topográficos</i></p>
Volúmenes maderables a remover	<p>El cálculo de volúmenes maderables en las áreas donde será necesario realizar el CUSTF para el establecimiento del proyecto</p>	<p>La base de datos se dividió en dos partes: i) individuos con talla mayor a 10 cm de diámetros normal y de la base (arbóreo y arbustivo) y; ii) individuos con talla menor a 10 cm de su cobertura (incluyendo arbustos pequeños o regeneración). Las variables estimadas para cada estrato fueron las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> Número de árboles por hectárea (densidad). $N = \sum \frac{10000 * n}{NS}$ Área basal (cobertura) $Cob = \frac{\sum \frac{\pi}{40000} * Dn^2 * 10000}{NS}$ Volumen Total Árbol (VTA, m3). $VTA = \beta_0 * d^{\beta_1} * h^{\beta_2} + \beta_3 * d^2$
Caracterización del medio biótico	<p>Vegetación: De acuerdo con la clasificación utilizada en la carta de suelo y vegetación escala 1: 1 000, 000 y si guía para la interpretación de cartografía (INEGI, 2017).</p> <p>Flora y Fauna: De acuerdo con las especies presentes en la zona del proyecto.</p>	<p><i>A fin de cuantificar la flora y fauna en el área del proyecto se analizaron mediante técnicas y metodologías que garantizan la veracidad y sustentan los resultados de la biota presente en las zonas de estudio, la identificación y levantamiento de información referente al estado actual de la fauna se basó en material de apoyo para la determinación de especies utilizando las guías de campo y literatura disponible propuesta por Sittebsns (1985) y Conant y Collins (1997) para reptiles; Sibley (2001), Kaufman (2005) para aves; Caire (1978), Burt y Grossenheiderr (1980) y May (1981), para mamífero.</i></p> <p><i>El levantamiento sistemático de datos indicadores de las características generales, la magnitud, la estructura y las tendencias de una población, con el fin de diagnosticar su estado actual y proyectar los escenarios que podría enfrentar en el futuro, se examinó con el fin de cumplir con los objetivos que están comprendidos dentro de un marco científico, donde los registros de los monitoreos permitan evaluar de forma objetiva y cuantitativa, el éxito del Programa de Levantamiento de información. Para cumplir con el objetivo planteado se estimaron abundancia y/o presencia de especies de flora y fauna de las</i></p>

Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango

		<p>tendencias de las poblaciones por especies de la siguiente manera:</p> <p>Para la medición de la fauna consistió en el recorrido de un transecto de una longitud determinada, durante el cual se observan y registran todas las especies presentes (Ralph et al. 1996). Mediante la información obtenida se generó una lista de especies de cada uno de los sitios de muestreo. Este método no puede usarse para estimar densidades, aunque sí provee información en cuanto a la presencia o ausencia de especies en un hábitat.</p>
Paisaje	<p>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.</p>	<p>Se analizó el paisaje regional y local, como una característica integradora del sistema ambiental, que resume los atributos del medio natural y su estado actual, donde se incluyen los efectos derivados de la actividad antropogénica. Es importante mencionar que la conceptualización del análisis del paisaje se realizó desde un marco geo-ecológico (relación y condiciones del suelo con respecto al estatus ecológico del sitio), dado que el objetivo principal fue definir la calidad visual a nivel regional como un indicador, para evaluar de manera objetiva el impacto ambiental que las actividades pudieran tener sobre el paisaje.</p> <p>La zona de estudio se dividió en unidades paisajistas de acuerdo con el criterio fisiográfico, de cobertura vegetal (tipos de vegetación) y de uso de suelo. Las variables que se evaluaron para cada unidad fueron:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calidad visual • Fragilidad visual • Visibilidad <p>A partir de estas dos últimas, se determinó la calidad visual, como el indicador que integra la sensibilidad del proceso de deterioro del sitio producido por actividades antropogénicas principalmente. En el contexto de las actividades humanas, el paisaje se comporta como un recurso natural aprovechable mediante actividades específicas (Carabelli, 2002), por lo que la importancia que tiene este atributo en la evaluación del impacto ambiental es de orden primario, ya que integra las características de los factores y atributos del ambiente. En el proceso de evaluación del impacto ambiental, la caracterización de este atributo, sumado al diagnóstico y al análisis de la problemática ambiental, brinda a los evaluadores indicadores globales de juicio, que dan una visión del estado en el que se encuentra el sistema ambiental, previo al desarrollo de la obra que se está evaluando.</p> <p>El paisaje del sitio está determinado por sus características físicas y bióticas principalmente, el cual, en nuestro caso, es una zona con actividades agrícolas y ganaderas de autoconsumo y zonas forestales.</p>
Población	<p>Según la información del INEGI correspondiente al censo de población y vivienda del año 2020 [disponible en: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html#Datos_abiertos]</p>	<p>El análisis se integró en base a los datos abiertos que proporciona el INEGI, para esto se seleccionaron las localidades más cercanas y con influencia en el proyecto, para posterior proyectar los datos para cada una y mediante este análisis realizar una valoración cuantitativa y emitir un juicio basado en los resultados.</p>
Valoración del estado actual	<p>Para medir la alteración y/o conservación ambiental implica establecer 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.</p>	<p>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.</p> <p>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).</p>

		<p>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.</p> <p>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.</p>
<p>Erosión hídrica</p>	<p>Para medir la erosión hídrica provocada por las actividades y el desarrollo de las obras</p>	<p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> • $E = R * K * LS * C$ <p>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).</p> <p>Factor erosividad de la lluvia. Con el ráster de precipitación del SA se aplicó la expresión del valor de R para la región III [$3.67516 * ("PRECIP") - 0.001720 * POWER("PRECIP",2)$] región X [$6.89375 * ("PRECIP") - 0.000442 * POWER("PRECIP",2)$] utilizando la herramienta SPATIAL ANALYST TOOLS > MAP ALGEBRA > RASTER CALCULATOR;</p> <p>Factor de erodabilidad del suelo [K]. La metodología para la erodabilidad de ráster con la herramienta [CONVERSION TOOLS > TO RASTER > FEATURE TO RASTER].</p> <p>Factor topográfico 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).</p> $L = \frac{(A + D^2)^{m+1} - A^{m+1}}{x^m \cdot D^{m+2} \cdot (22.13)^m}$ <p>El valor del parámetro m</p> $m = \frac{F}{1 + F}; \text{ donde}$ $F = \frac{\text{Seno}(\beta)}{0.0896 + 3 * (\text{Seno}(\beta))^{0.8}}$ <p>En tanto, el factor S (pendiente) se estimó con la expresión siguiente (Foster et al., 1977).</p> $S = \begin{cases} 10.8 \cdot \text{Seno}(\beta) + 0.03; & \tan(\beta) < 0.09 \\ 16.8 \cdot \text{Seno}(\beta) - 0.50; & \tan(\beta) \geq 0.09 \end{cases}$ <p>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</p>

	<p>(McCOOL <i>et al.</i>, 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 en el SA con ArcGIS fue la siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> 9. Con el DEM se generó el ráster de la pendiente (en grados) [slope] con la herramienta [SPATIAL ANALYST TOOLS > SURFACE > SLOPE]. 10. Con el DEM se generó el ráster de la dirección de flujo [flow_dir] con la herramienta [SPATIAL ANALYST TOOLS > HYDROLOGY > FLOW DIRECTION]. 11. 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]. 12. 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] $\{(\text{Sin}(\text{"Slope"} * 0.01745) / 0.0896) / (3 * \text{Power}(\text{Sin}(\text{"Slope"} * 0.01745), 0.8) + 0.56)\}$. 13. 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] $\{\text{"par_f"} / (1 + \text{"par_f"})\}$. 14. 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). 15. Con el ráster de la pendiente se generó el ráster del factor S con la herramienta [SPATIAL ANALYST TOOLS > MAP ALGEBRA > RASTER CALCULATOR] $\{\text{Con}((\text{Tan}(\text{"slope"} * 0.01745) < 0.09), (10.8 * \text{Sin}(\text{"slope"} * 0.01745) + 0.03), (16.8 * \text{Sin}(\text{"slope"} * 0.01745) - 0.5))\}$. 16. 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] $\{\text{factor_l} * \text{factor_s}\}$. <p>Factor de manejo de cultivo y cobertura del suelo</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Se clasificó el shapefile de vegetación y uso de suelo del SA considerando los valores del cuadro anterior. 4. Se generó el ráster de factor C a partir de la clasificación del shapefile de uso de suelo y vegetación con el campo de los valores de C con la herramienta [CONVERSION TOOLS > TO RASTER > FEATURE TO RASTER]. <p>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. Ponderando la superficie con la tasa de erosión promedio utilizando la herramienta [Spatial Analyst Tools > Zonal > Zonal Geometry as Table] de ArcGIS.</p>
--	---

<p>Estimación de la erosión actual</p>	<p>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].</p>	<p>[SPATIAL ANALYST TOOLS/MAP ALGEBRA/RASTER CALCULATOR] de ArcGIS. Para la estimación del valor promedio en el SA se reclassifico de acuerdo a las categorías de la FAO con la herramienta [Spatial Analyst Tools > Reclass > Reclassify].</p>
<p>Estimación de la erosión eólica</p>	<p>La erosión eólica es el proceso que comprende el desprendimiento, transporte y deposición de los materiales del suelo por acción del viento, este se da cuando la velocidad del viento supera las fuerzas de cohesión de las partículas del suelo (Mech y Woodruff, 1967).</p>	<p>Para realizar el cálculo de la erosión laminar eólica (Ee) se aplicó la fórmula siguiente:</p> $E_e = IAV * CATEX * CAUSO$ <p>donde; Ee= Erosión eólica (t ha⁻¹ año⁻¹), IAV= Índice de agresividad del viento, CATEX= Calificación de textura y fase del suelo y, CAUSO= Calificación por uso del suelo.</p> <p>Índice de agresividad del viento [IAV]</p> <p>En primer lugar, se calculó el índice de agresividad del viento [IAV] mediante la fórmula siguiente:</p> $IAV = 160.8252 - 0.7660 (Pc)$ <p>donde; Pc= período de crecimiento (número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo).</p> <p>El valor del período de crecimiento [Pc] se estimó por medio de la expresión siguiente:</p> $Pc = 0.2408 (P) - 0.0000372 (P)^2 - 33.1019$ <p>donde; P es la precipitación promedio anual (mm).</p>
<p>Calificación de textura y fase [CATEX]</p>		<p>Se determinó la superficie por tipo de suelo del SA mediante la carta de edafología Serie II de INEGI (2014), la calificación de textura y la fase se asignó mediante los valores de los cuadros s correspondientes a suelos no calcáreos (SUECALC = 0) y suelos calcáreos (SUECALC = 1) respectivamente.</p> $CATEX = \frac{\sum_{i=1}^n Tipo_{Sueloi} * C_i}{i_{total}}$ <p><i>Donde; Tipo_Sueloi = superficie que cubre el i-ésimo tipo de suelo (ha), Ci = calificación asignada para el i-ésimo tipo de suelo (adimensional) y Sup_total = superficie total de la MHF</i></p>
<p>Análisis de diversidad de vegetación</p>		<p>Densidad y densidad relativa.</p> <p>La densidad está dada por el número de individuos de una especie o de todas las especies dividido por la superficie muestreada</p> $D = \frac{n * 10,000}{m}$ <p>La densidad relativa permite definir la abundancia de una determinada especie vegetal, ya que considera el número de individuos de una especie con relación al total de individuos de la población, expresa la proporción del número total de individuos de todas las especies.</p> $DR = \frac{D_{ij}}{\sum_j D_{ij}} * 100$ <p>Dominancia relativa</p>

		$DO = \frac{Da_{ij}}{\sum_j Da_{ij}} * 100$ <p>Frecuencia relativa</p> $Fa = x * n_i$ $FR = \frac{Fa_{ij}}{\sum_j Fa_{ij}} * 100$ <p>Índice de valor de importancia</p> $IVI = DR + Do + FR$ <p>Índices de diversidad y riqueza</p> $H' = - \sum_{i=1}^s pi * \ln(pi)$ $D = 1 - \sum_{i=1}^s (pi)^2$ $D_m = \frac{S-1}{\ln(N)}$
<p>Metodologías para identificar y evaluar los impactos ambientales</p>	<p>Para identificar y valorar los impactos ambientales se utilizó el método del instituto <i>Batelle – Columbus (1972)</i>, el cual fue desarrollado para proyectos hídricos en USA y adaptado para obras que requieren CUSTF. El método consiste en un formato en forma de árbol o matriz que contiene cuatro niveles; i) categorías, ii) componentes, iii) parámetros y, iv) mediciones ambientales. Estos niveles van en orden creciente a la información que proporcionan, constituyendo el nivel tres la clave del sistema de evaluación, resultando 32 parámetros que son considerados significativos del medio ambiente y adoptan el carácter de <i>indicadores de impacto</i> para evaluar su calidad ambiental</p>	<p>La matriz de <i>Batelle – Columbus</i> modificada para estimar el impacto ambiental neto considerando el ICA₀, estimado en el tiempo cero y el ICA_t (simulación) estimado con el algoritmo RF, cuando se modifican los indicadores ambientales por las obras y actividades en cada etapa. Ambos, escenarios se mantienen en una escala de 0 a 1, para poder caracterizar la importancia del impacto en el sistema de alerta de la matriz <i>Batelle – Columbus</i>. Si bien es cierto que el ICA oscila en un rango de 0.45 – 0.87, este se ponderó a la escala de 0 – 1 para cumplir con los criterios metodológicos de la matriz de <i>Batelle – Columbus</i>.</p>
<p>Valoración del estado actual</p>	<p>Para medir la alteración y/o conservación ambiental implica establecer 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.</p>	<p><i>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.</i></p> <p><i>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.</i></p> <p><i>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.</i></p>

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

VIII.1. Formatos de presentación

De acuerdo con el artículo 19 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente 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 planas e información que complementa el estudio.

Se integrarán 4 resúmenes ejecutivos del Manifiesto al Impacto Ambiental del presente proyecto, del mismo modo se presentan dos en cinta magnética el cual uno sirva para CONSULTA PÚBLICA.

VIII.2. Planos de localización

En el **Anexo 2**, se presenta el plano de ubicación y acceso al área del proyecto.

VIII.3. Fotografías

En el **Anexo 5** se presenta la reseña fotográfica del área de ubicación del proyecto. Aquí se puede apreciar los tipos de vegetación y uso del suelo de los predios en donde se localiza el proyecto.

VIII.4. Videos

No se presenta información en este caso.

IX. RESPONSA TÉCNICA DEL PROYECTO

El presente Manifiesto de Impacto Ambiental (modalidad particular) del proyecto: **Explotación de arcilla de Bentonita en el ejido San Luis del Cordero, Durango.**, se elaboró bajo la responsabilidad técnica de:

M.C. Sacramento Corral Rivas

Número de Cédula Profesional.

Ingeniería: 2642485.

Postgrado: 3107384.

Dirección.

Calle: Blvd Luis Donaldo Colosio número 603
Fraccionamiento: Haciendas
Ciudad: Victoria de Durango, Dgo.
C.P: 34038
Email: sacra.corral@gmail.com
Tel: 674 101 6013

X. BIBLIOGRAFIA

- 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.
- Battelle Memorial Institute, Columbus Laboratories. (1972). Environmental Impact Assessment. Battelle Memorial Institute.
- Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine Learning*, 45(1), 5-32. <https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>.
- Burt W.-H. et Grossenheider R.-P. (1980) A field guide to the Mammals. Field marks of all species found north of the Mexican boundary. Second edition revised and enlarged. Boston, Houghton Mifflin, The Peterson Field Guide Series, N°5.
- Caire, W. & Findley, J. S.(1977). El estado de los mamíferos en la región norte del desierto de Chihuahua.
- Calderón, L. 1999. Apuntes del curso de Impacto ambiental. El Colegio de la Frontera Norte-Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Tijuana, México. 27-34.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (1988). Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Recuperado de <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (1992). Ley de Aguas Nacionales. Recuperado de Ley General de Vida Silvestre (diputados.gob.mx).
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (1992). Ley Minera. Recuperada de Ley de Minería (diputados.gob.mx).
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2000). Ley General de Vida Silvestre. Recuperado de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146_200521.pdf.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2003). Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS). Recuperado de [\[https://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/juridico/leyes/LG_DE_DESARROLLO_FORESTAL_SUSTENTABLE.pdf\]](https://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/juridico/leyes/LG_DE_DESARROLLO_FORESTAL_SUSTENTABLE.pdf).
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2003). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR). Recuperado de <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf>.
- 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.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (2012). Conjunto de datos de prevención de desastres. Recuperado de <https://datos.gob.mx/busca/dataset/centro-nacional-de-prevencion-de-desastres>.
- CEPAL. 1991. Evaluaciones del impacto ambiental en América Latina y el Caribe. Comisión económica para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. 238 p.
- CNA. 2000. Situación de la gestión del agua en la región V pacífico sur. El tecolote. Comisión Oaxaqueña de Defensa Ecológica. 55 p.
- 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.
- Conant, R., & Collins, J. T. (1998). A field guide to reptiles & amphibians: eastern and central North America (Vol. 12). Houghton Mifflin Harcourt.
- CONAPO. 1996. Consejo Nacional de Población. Estimaciones y Proyecciones para México. 1995-2020.
- Coneza V. (2009) Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental, 4 Ed, Mundi – Prensa, Madrid, 420-787.
- Espinoza G. (2001) Fundamentos de evaluación de impacto ambiental, Centro de estudios para el desarrollo CED, Santiago, 93-113
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2009). Guía para la descripción de suelo. Roma, Italia. 10 p. Recuperado de <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/b54d0348-dfce-413c-bd5d-142b3a14a049/content>.
- García, M.E. (1988). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. UNAM., México, D.F. Instituto de Geografía.
- García-Mendoza. A. P. Tenorio L. J. Reyes S. 1994. El endemismo en la flora fanerogámica de la Mixteca alta, Oaxaca-Puebla, México.
- Global Wind Atlas. (n.d.). Global Wind Atlas. Recuperado el 08 de mayo de 2024, de <https://globalwindatlas.info/en>
- Gobierno de México. (2019). Plan Nacional de Desarrollo 2018-2024. Ciudad de México: Gobierno de México. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019.

- Gobierno del Estado de Durango. (2001). Programa Forestal y de Suelos del Estado de Durango. Durango, México: Gobierno del Estado de Durango. <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/latinamerica/568d9aee5deab9a8347200a2e34762f9eabad3b28b3ce99e36b37d0f2569251f.pdf>.
- Gobierno del Estado de Durango. (2023). Plan de Desarrollo Estatal de Durango 2023-2029. Durango, México: Gobierno del Estado de Durango. <https://www.durango.gob.mx/ped.pdf>.
- Google. (n.d.). Google Earth Engine. Recuperado el 21 de mayo de 2024, de <https://earthengine.google.com>.
- Grigorescu, A., Pelinescu, E., Ion, A. E., & Dutcas, M. F. (2021). Human capital in digital economy: An empirical analysis of central and eastern European countries from the European Union. *Sustainability*, 13(4), 2020.
- Guerrero G. V. 1998. Los consejos de cuenca en México. Definiciones y alcances. Unidad de programas rurales y participación social coordinación de consejos de cuenca. Comisión Nacional del Agua. SEMARNAP. 42 p.
- H. Ayuntamiento de Pánuco de Coronado. (2022). Programa de Desarrollo Municipal de Pánuco de Coronado 2022-2025. Pánuco de Coronado, Durango: H. Ayuntamiento de Pánuco de Coronado. Recuperado de <http://www.panucodecoronado.gob.mx>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2001). Diccionario de datos edafológicos (Alfanumérico). México. 33 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. 2014. Guía para la interpretación de cartografía: uso de suelo y vegetación 1: 250,000 Serie V. México. 195 p.
- 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>].
- Instituto Nacional Estadística Geografía e Informática. (2000). Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 (CEM 3.0). Carta de elevación escala 1: 50,000. <https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/>.
- Instituto Nacional Estadística Geografía e Informática. 1995. Cartas temáticas de uso de suelo, vegetación, fisiografía, edafología, geología e hidrología superficial y subterránea escala 1: 250,000. [<http://www.inegi.org.mx>, 28/05/24].
- Kaufman, K. (2005). Kaufman field guide to birds of North America. Houghton Mifflin Harcourt.
- MacArthur, R. H. and J. W. MacArthur. 1961. On bird species diversity. *Ecology* 42: 594-598.
- Magurran, A. E. 1988. *Diversidad Ecológica y su medición*, traducción Antonia M. Cirer, Barcelona, España.
- Mallarach, J. M., & i Carrera, J. M. M. (Eds.). (2008). *Protected landscapes and cultural and spiritual values* (Vol. 2). Kasperek Verlag.
- Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., ... & Duchesnay, É. (2011). Scikit-learn: Machine Learning in Python. *Journal of Machine Learning Research*, 12, 2825-2830.
- Planeta Carbono Neutral. 2024. Calcula tu huella. <https://planetacarbononeutral.org/calculadoras-de-huella-de-carbono/#top>.
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público. (2019). Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. Ciudad de México, México: Secretaría de Hacienda y Crédito Público. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (1994). Norma Oficial Mexicana NOM-080-ECOL-1994. Recuperado de <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo68960.pdf>.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (1994). Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994. Recuperado de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5324105&fecha=03/12/2013.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (1993). Norma Oficial Mexicana NOM-054-SEMARNAT-1993. Recuperado de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/680165/NOM-054-SEMARNAT-1993.pdf>.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2006). Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2006. Recuperado de <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69238.pdf>.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2006). Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2006. Recuperado de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5000546&fecha=13/09/2007#gsc.tab=0.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2005). Norma Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-2005. Recuperado de <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4632/semarnat/semarnat.htm>.

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2005). Norma Oficial Mexicana NOM-086-SEMARNAT-2005. <https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1278/1/nom-086-semarnat-sener-scfi-2005.pdf>.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2005). Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005. Recuperado de <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/1055/SEMARNA/SEMARNA.htm>.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Recuperado de <https://dof.gob.mx/normasOficiales/4254/semarnat/semarnat.htm>.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (1994). NOM-080-SEMARNAT-1994. Normas oficiales mexicanas que establecen los niveles máximos permisibles de emisión de ruido de vehículos automotores nuevos en planta y su método de medición. México: Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Salud (SSA). (1994). Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994. Recuperado de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2063863&fecha=31/12/1969.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (1993). Norma Oficial Mexicana NOM-080-STPS-1993. Recuperado de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4659801&fecha=14/01/1994#gsc.tab=0.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (1994). Norma Oficial Mexicana NOM-021-STPS-1994. Recuperado de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4697709&fecha=24/05/1994#gsc.tab=0.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (1994). Norma Oficial Mexicana NOM-100-STPS-1994. Recuperado de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4864976&fecha=08/01/1996.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (1994). Norma Oficial Mexicana NOM-102-STPS-1994. Recuperado de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4865183&fecha=10/01/1996.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (1994). Norma Oficial Mexicana NOM-103-STPS-1994. Recuperado de [103-STPS.DOC \(ordenjuridico.gob.mx\)](https://ordenjuridico.gob.mx).
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (1994). Norma Oficial Mexicana NOM-113-STPS-1994. Recuperado de DOF - Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (1998). Norma Oficial Mexicana NOM-026-STPS-1998. Recuperado de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4895881&fecha=13/10/1998#gsc.tab=0.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (1999). Norma Oficial Mexicana NOM-004-STPS-1999. Recuperado de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4948965&fecha=31/05/1999#gsc.tab=0.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (1999). Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-1999. Recuperado de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4958421&fecha=23/12/1999.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (2000). Norma Oficial Mexicana NOM-006-STPS-2000. Recuperado de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=768130&fecha=09/03/2001#gsc.tab=0.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (2000). Norma Oficial Mexicana NOM-027-STPS-2000. Recuperado de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2058086&fecha=02/08/2000#gsc.tab=0.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (2001). Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001. Recuperado de <https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1278/1/nom-086-semarnat-sener-scfi-2005.pdf>.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (2001). Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2001. Recuperado de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=758081&fecha=05/11/2001#gsc.tab=0.
- SEMARNAT. (2023). SIORE. Recuperado de <https://siga.semarnat.gob.mx/indicadores-regionales/siore/>.
- Servicio Geológico Nacional. 2022. Carta geológico minero Escala 1:250 000 No. 16 "Guadalupe Victoria.
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN). (2010). Normales Climatológicas por Estado. Recuperado de <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/normales-climatologicas-por-estado>.
- Sibley, D. A. (2001). The Sibley guide to birds. New York David Allen Sibley Alfred A. Knopf, 201.
- Sistema Nacional de Información Geográfica. (2010) Diccionario de datos climáticos escala 1: 250,000 (Alfanumérico). México.
- Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. (2017). Registros de ejemplares de mamíferos (Catálogo de metadatos geográficos). México.
- Soto-Hernández, A. 1991. Elaboración de una tarifa volumétrica para mezquite *Prosopis laevigata* (Humb & Bonpl. Ex Willd) M.C. Johnst. En el Mpio. De Linares, Nuevo León. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Forestales, UANL, Linares, N. L. México.

Turner, M. G., Gardner

XI. LISTA DE ANEXOS

Los anexos al presente estudio son:

ANEXO	DESCRIPCIÓN
1	Documentación legal
1.1	Copia certificada del acta constitutiva de la Promovente y del poder del representante legal.
1.2	Copia simple de la identificación oficial de su representante legal.
1.3	RFC de la empresa
2	Planos de localización del proyecto
2.1	Localización del proyecto en el contexto estatal.
2.2	Localización física del proyecto
2.3	Localización de los lotes mineros
2.4	Croquis de localización
3	Planos de las características físicas
3.1a	Planos de hidrología regional
3.1c	Planos de acuíferos
3.2	Plano de provincias fisiográficas
3.3	Plano de elevaciones
3.4	Plano de pendientes
3.5	Plano de exposiciones
3.6	Plano de edafología
3.7	Plano de geología
3.8	Plano de clima
3.9	Plano de precipitación
3.10	Plano de temperatura
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 UMA general
5.5	Plano de ubicación del sitio respecto a las UMA general
5.6	Plano de sismicidad y deslizamiento
6	Planos de las características abióticas.
6.1	Plano de ubicación física de los sitios de fauna
7	Anexo fotográfico