



- I. Unidad Administrativa que clasifica: Delegación Federal en Sonora.
- II. Identificación del documento: Se elabora la versión pública de la recepción, evaluación y resolución de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular Modalidad A, no incluye actividad altamente riesgosa (SEMARNAT-04-002-A) así como su respectivo resolutivo.
- III. Partes o secciones clasificadas: La parte concerniente al Contienen DATOS PERSONALES concernientes a una persona identificada o identificable tales como: 1) Domicilio particular como dato de contacto o para recibir notificaciones. 2) Teléfono y correo electrónico de particulares. 3) OCR de la Credencial de Elector (domicilio y fotografía). 4) RFC personas físicas. 5) CURPs; los cuales se encuentran en el capítulo I de la MIA y primera página en el caso de los resolutivos. Consta de 66 versiones públicas.
- IV. Fundamento legal y razones: La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en los artículos 116 primer párrafo de la LGTAIP; 69 fracción VII y 113, fracción I de la LFTAIP. Por las razones o circunstancias al tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.

V. Firma la Jefa de la Unidad Jurídica:

LIC. DULCE MARÍA VILLARREAL LACARRA.

"Con fundamento en artículo 84 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en suplencia Por ausencia del Titular de la Delegación Federal en el Estado de Sonora, Previa designación firma el presente la Jefa de Unidad Jurídica"

Fecha de Clasificación y número de acta de sesión: Resolución 034/2019/SIPOT, en la sesión celebrada el 02 de abril de 2019.

1 En los términos del artículo 17 Bis en relación con los artículos Octavo y Décimo Tercero Transitorios del Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2018.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Capítulo I. Datos Generales del Proyecto, del Promovente y del Responsable del Estudio de Impacto Ambiental	1
I.1 Datos Generales del Proyecto	1
I.1.1 Nombre del proyecto.....	2
I.1.2 Ubicación (dirección) del Proyecto	2
I.1.3 Tiempo de vida útil del Proyecto	3
I.1.4 Presentación de la documentación legal.....	3
I.2 Datos generales del promovente.....	6
I.2.1 Nombre o razón social.....	6
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente (RFC).....	6
I.2.3 Datos del representante legal	6
I.2.4 Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones.....	6
I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental	6
I.3.1 Nombre o Razón Social.....	6
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes	7
I.3.3 Dirección del responsable técnico del documento	7
II. Descripción del Proyecto.....	8
II.1 Información general del Proyecto.....	8
II.1.1 Naturaleza del proyecto	11
II.1.1.1 Objetivo del Proyecto	12
Objetivos Particulares	12
II.1.2 Selección del sitio	12
II.1.2.1 Criterios Legales y Normativos	13
II.1.2.2 Criterios Técnicos.....	15
II.1.2.3 Criterios ambientales.....	16
II.1.3 Ubicación física del Proyecto y Planos de localización	17
II.1.3.1 Vías de acceso.....	20
II.1.4 Inversión Requerida.....	20
II.1.5 Dimensiones del Proyecto	21
II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del Proyecto y en sus colindancias.....	21
II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.....	23
II.2 Características particulares del proyecto	24
II.2.1 Tepetatera	24
II.2.2 Caminos	24
II.2.3 Programa general de trabajo.....	24
II.2.4 Preparación del sitio	27
II.2.4.1 Identificación, rescate y reubicación de Flora y Fauna	27
II.2.4.2 Desmonte y Despalme	28
II.2.4.3 Remoción y recuperación de suelo fértil (Nivelación y compactación del terreno)	29
II.2.5 Construcción	29
II.2.5.1 Construcción de obras asociadas o provisionales.....	30

II.2.6 Etapa de operación y mantenimiento	30
II.2.6.1 Tepetatera	31
II.2.6.2 Caminos	31
II.2.6.3 Mantenimiento	31
II.2.7 Etapa de abandono del sitio (Clausura y Restauración)	32
II.2.8 Generación, Manejo y Disposición de Residuos Sólidos, Líquidos y Emisiones a la Atmósfera	33
II.2.8.1 Residuos no peligrosos	33
II.2.8.2 Residuos peligrosos	34
II.2.8.3 Descargas	34
Generación de aguas residuales	34
II.2.8.4 Emisiones a la atmósfera	35
II.2.8.4.1 Partículas Suspendidas (Polvo)	35
II.2.8.4.2 Gases	35
II.2.8.4.3 Ruido	35
II.2.9 Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos	36
II.2.10 Otras fuentes de daños.....	37
III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso de suelo	38
III.1 Antecedentes	38
III.2 Ordenamientos jurídicos federales.....	43
III.2.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente	47
III.2.1.1 Evaluación del impacto ambiental.....	47
III.2.1.2 Control de emisiones a la atmósfera	48
III.2.1.3 Preservación del agua y suelos	48
III.2.1.4 Conservación de flora y fauna silvestres.....	49
III.2.2 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.....	50
III.2.3 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	52
III.2.4 Ley General de Cambio Climático	52
III.2.5 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.....	54
III.2.6 Ley General de Vida Silvestre	55
III.2.7 Ley de Aguas Nacionales.....	56
III.2.8 Ley Minera	57
III.2.9 Ley Federal de Explosivos y Armas de Fuego	58
III.3 Programas de Ordenamiento Ecológico	58
III.4 Decretos y programas de conservación y manejo de las Áreas Naturales Protegidas	65
III.4.1 Regiones Terrestres Prioritarias	67
III.4.2 Regiones Hidrológicas prioritarias.....	67
III.4.3 Áreas de importancia para la conservación de aves	68
III.5 Normas Oficiales Mexicanas	73
III.6 Otros instrumentos.....	76
III.6.1 Planes sectoriales	76
III.6.2 Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018	78
III.6.2.1 Minería.....	79
III.6.3 Programa Nacional de Desarrollo Minero	79
III.6.4 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018 (PROMARNAT)	83
III.6.5 Plan Estatal de Desarrollo.....	85

IV. Descripción del Sistema Ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto.....	90
IV.1 Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto	90
IV.2 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental (SA)	93
IV.2.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad del SA	93
IV.2.1.1 Medio Abiótico	93
Clima	93
Clima en el área del proyecto.....	94
Temperatura y Precipitación	96
Fenómenos meteorológicos.....	98
Geología y Fisiografía	99
Geología regional	99
Características del relieve	102
Características geomorfológicas del sitio de proyecto.....	104
Presencia de fallas y fracturas	104
Sismicidad.....	104
Deslizamientos y Derrumbes/Actividad Volcánica	106
Suelos en el Sistema Ambiental y Área de Proyecto.....	106
Leptosoles	109
Regosoles (R)	109
Phaeozem (H)	110
Hidrología.....	111
Hidrología superficial	111
Escurrimientos de la microcuenca	115
Hidrología subterránea	116
Captación de agua	117
Calidad de agua superficial y subterránea	119
IV.2.1.2 Elementos del Medio Biótico.....	120
Vegetación	120
Vegetación en el Sistema Ambiental.....	120
Riqueza de especies florísticas en el Sistema Ambiental	124
Estructura y valor de importancia de la vegetación arbórea en el Sistema Ambiental	126
Diversidad florística.....	130
Especies bajo alguna categoría de riesgo en el Sistema Ambiental	131
Estado de conservación de la vegetación en el Sistema Ambiental.....	132
Vegetación en el Área de Proyecto	132
Especies registradas	133
Estructura de la vegetación.....	134
Valor de Importancia	136
Diversidad florística.....	138
Especies protegidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del área de Proyecto.....	138
Estado de conservación y fitosanitario de la vegetación dentro del Proyecto	138
Fauna.....	139
Metodología para la Caracterización de Fauna.....	140
Anfibios y reptiles.....	140
Aves	141
Mamíferos	141
Categorización de protección y riesgo	142
Análisis de datos.....	144

Riqueza y Diversidad de Fauna en el Sistema Ambiental	144
Especies listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la IUCN (Sistema Ambiental)	147
Fauna en el área del Proyecto	147
Abundancia y Diversidad en el área de Proyecto	148
Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la IUCN	149
IV.2.1.3 Medio Socioeconómico	149
Contexto regional	149
Demografía	149
Población	149
Población Económicamente Activa	156
Sectores Productivos	157
Factores Socioculturales	159
Vivienda y Urbanización	159
Comunicaciones y Transportes	159
Telecomunicaciones	160
Energía	160
Abasto	160
Agua potable, drenaje y alcantarillado	160
Servicios médicos	161
Servicios educativos	161
Educación	161
Marginación y desarrollo humano	162
Población indígena	163
IV.2.1.4 Paisaje	163
IV.3 Diagnóstico ambiental	165
Procesos de deterioro ambiental	165
Decremento de la cantidad y calidad del agua	165
Calidad	165
Cantidad	165
Deterioro de la calidad del aire	166
Degradación de suelos	166
Deterioro de la vegetación	167
Disminución de la biodiversidad	167
Vulnerabilidad natural del Sistema Ambiental	168
Ciclones tropicales	168
Vulcanismo	169
Sismicidad	169
Movimiento de tierras	170
Inundaciones	173
Calidad del Sistema Ambiental	174
V. Identificación, Descripción y Evaluación de los Impactos Ambientales	175
V.1 Identificación de las afectaciones a la estructura y funciones del área de influencia del Proyecto	177
V.1.1 Calidad del aire	178
V.1.2 Geología y geomorfología	178
V.1.3 Suelos	178
V.1.4 Hidrología superficial y subterránea	178

V.1.5 Flora	179
V.1.6 Fauna	179
V.1.7 Paisaje.....	179
V.1.8 Demografía	180
V.2 Identificación de impactos ambientales	180
V.2.1 Metodologías de identificación	180
V.2.1.1 Lectura del entorno y análisis espacial	180
V.2.1.2 Análisis <i>in situ</i>	181
V.2.1.3 Listas de verificación.....	181
V.2.1.4 Matrices de interacción	182
V.2.2 Selección de indicadores ambientales	182
Aire.....	184
Concentración de partículas suspendidas.....	184
Concentración de gases contaminantes	185
Niveles de ruido	186
Niveles de vibraciones	186
Suelo	187
Estabilidad geofísica.....	187
Relieve (Topografía)	187
Pérdida/Erosión	187
Propiedades químicas	188
Hidrología superficial	188
Contaminación (y niveles de sedimentación)	188
Modificación de curso.....	189
Hidrología subterránea	189
Contaminación del agua	189
Utilización del Agua (Disponibilidad)	190
Alteración (Capacidad) de la recarga	190
Biodiversidad	190
Abundancia de flora.....	190
Diversidad de Flora	191
Conservación de especies en riesgo (Flora)	191
Conservación de especies de interés comercial (flora).....	191
Abundancia de fauna	191
Diversidad de fauna	192
Conservación de especies en riesgo (fauna)	192
Ecosistemas	192
Cobertura vegetal	192
Conectividad ambiental (Hábitat y corredores biológicos).....	193
Paisaje.....	193
Calidad visual	193
Población	193
Salud pública	193
Calidad de vida	194
Generación de Empleos	194
Economía Regional.....	194
Actividades Productivas	194
V.2.3 Actividades con potencial de impacto ambiental	195
V.2.4 Impactos ambientales potenciales.....	195

V.3 Evaluación de Impactos Ambientales	198
V.3.1 Criterios de evaluación	198
V.3.2 Metodologías de Evaluación	199
V.3.3 Resultados	201
V.4 Análisis y descripción de impactos ambientales.....	207
V.4.1 Análisis general.....	207
V.4.2 Descripción de Impactos Ambientales	207
V.5 Conclusiones	219
VI. Medidas preventivas y de mitigación de los Impactos Ambientales	220
VI.1 Descripción de las medidas de prevención y mitigación	221
VI.2 Impactos residuales.....	229
VI.2.1 Modificación del Relieve	230
VI.2.2 Deterioro de la Calidad Visual del Paisaje	232
VI.2.3 Otros Impactos	233
VII. Pronósticos Ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas	234
VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto	235
VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto	236
VII.2.1 Incremento en la concentración de partículas suspendidas en el aire	236
VII.2.2 Incremento en la concentración de gases contaminantes	237
VII.2.3 Incremento en los niveles de ruido del sitio	237
VII.2.4 Emisión de vibraciones	237
VII.2.5 Generación de inestabilidad geofísica del terreno	238
VII.2.6 Alteración de la topografía natural del terreno	238
VII.2.7 Pérdida y Contaminación del Suelo.....	238
VII.2.8 Disminución del coeficiente de infiltración del terreno	239
VII.2.9 Cambio de uso del suelo-pérdida de superficie forestal.....	239
VII.2.10 Incremento en los niveles de sedimentación y contaminación en escurrimientos estacionales	239
VII.2.11 Variación del flujo de agua superficial	240
VII.2.12 Modificación del curso natural de los escurrimientos superficiales.	240
VII.2.13 Contaminación del agua subterránea	241
VII.2.14 Disminución de la capacidad de recarga del agua subterránea.....	241
VII.2.15 Disminución de la cobertura vegetal.....	241
VII.2.16 Reducción de la cobertura forestal de especies de interés comercial.....	242
VII.2.17 Disminución de la abundancia de las poblaciones de fauna silvestre en el sitio.....	242
VII.2.18 Pérdida de hábitat y corredores biológicos.....	243
VII.2.19 Deterioro de la calidad y armonía del paisaje	243
VII.2.20 Aspectos socioeconómicos.....	244
VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación	244
VII.4 Programa de Manejo Ambiental	248
VII.4.1 Objetivos.....	248
VII.4.2 Alcances.....	249
VII.4.3 Estrategia de manejo ambiental	254
VII.4.3.1 Programa de Monitoreo Ambiental	254

Monitoreo de la calidad del agua	255
Monitoreo de suelo.....	256
Monitoreo de la calidad del aire	256
Monitoreo biológico	256
VII.4.3.2 Programa de Supervisión Ambiental	258
VII.4.3.3 Programa de rescate y conservación.....	261
Rescate de fauna silvestre	262
Preparativos	263
Disuasión y Captura.....	263
Liberación o reubicación	266
Documentación de acciones	267
Evaluación	268
Rescate de flora silvestre	268
Planificación	269
Rescate	270
Albergue temporal	272
Área de ubicación de especies rescatadas	272
Documentación	272
Evaluación	273
Acciones emergentes.....	274
VII.4.3.4 Programa de Restauración y Reforestación	275
Preparación del terreno	275
Selección de especies para reforestar	276
Plantación	276
Cuidados post-plantación	278
Riego.....	278
Mulch	279
Fertilización	279
Manejo y mantenimiento.....	279
Documentación	281
Evaluación	281
VII.4.4 Comprobación de la aplicación de las medidas ambientales y condicionantes	282
VII.4.4.1 Seguimiento y control de impactos ambientales	282
VII.4.4.2 Verificación regular del estado del medio ambiente	283
VII.4.4.3 Cumplimiento de los estándares que establece la normatividad ambiental.	283
VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.....	284
VIII.1 Presentación de la información.....	284
VIII.2 Anexos presentados	284
VIII.2.1 Anexo 1 Documentación Legal	285
VIII.2.2 Anexo 2 Información Técnica	285
VIII.2.3 Anexo 3 Planos Georreferenciados	285
VIII.2.4 Anexo 4 Anexo Fotográfico	285
Bibliografía	285

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.1. Localización del sistema ambiental y área del Proyecto (zona de estudio) dentro del Municipio de Álamos, Sonora.....	4
Figura I.2. Zona propuesta para el desarrollo del Proyecto.....	5
Figura II.1. Polígono del Proyecto Tepetatera Oeste Fase 2.....	19
Figura II.2 Vías de acceso a la zona del Proyecto.....	20
Figura II.3. Uso actual de suelo en el área del Proyecto.....	22
Figura III.1 Centros mineros del estado de Sonora.....	42
Figura III.2. Aptitud minera del estado de Sonora y de la Región de Álamos.....	59
Figura III.3. Unidades de Gestión Ambiental definidas para el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora.....	60
Figura III.4. Ubicación de la UGA 602-0/01 Valle con Lomerío.....	61
Figura III.5. Ubicación del Proyecto con respecto a las Áreas Naturales Protegidas cercanas.....	66
Figura III.6 Ubicación del Proyecto con respecto a la Región Terrestre Prioritaria RTP-31 Sierra Álamos-El Cuchujaqui.....	70
Figura III.7. Localización del Proyecto con respecto a la Región Hidrológica Prioritaria RHP-17 Río Mayo...	71
Figura III.8. Localización del Proyecto con respecto al Área de Importancia para la Conservación de las Aves AICA 40 Álamos-Río Mayo.....	72
Figura III.9. Alineación del Plan Estatal de Desarrollo de Sonora (PED 2016-2021) con el Plan Nacional de Desarrollo (PND 2013-2018).....	86
Figura IV.1. Sistema Ambiental (SA) definido para el Proyecto.....	92
Figura IV.2. Tipos climáticos presentes en el SA (microcuenca) y área del Proyecto.....	95
Figura IV.3. Climograma del SA definido para el Proyecto.....	96
Figura IV.4. Temperatura promedio mensual de la Estación Meteorológica 00026053.....	97
Figura IV.5. Precipitación promedio mensual de las Estación Meteorológica 00026053.....	98
Figura IV.6. Registro de heladas en la república mexicana.....	99
Figura IV.7. Geología de la microcuenca definida para el Proyecto.....	101
Figura IV.8. Fisiografía del SA (microcuenca) definido para el Proyecto.....	103
Figura IV.9. Los grandes sismos de México (M>6.5).....	105
Figura IV.10. Zonas sísmicas de la república mexicana.....	106
Figura IV.11. Tipos de suelo en el municipio de Álamos, Sonora.....	107
Figura IV.12. Tipos de suelo en el SA y área de Proyecto.....	108
Figura IV.13. Ubicación del SA (microcuenca) definida para el Proyecto, dentro de la Subcuenca Río Mayo– Presa Adolfo Ruiz Cortines.....	113
Figura IV.14. Hidrología superficial en el sistema ambiental (microcuenca) y área del Proyecto.....	114
Figura IV.15. Modelo tridimensional en el que se muestra la zona de la presa Mocúzari con respecto a la unidad minera Piedras Verdes.....	115
Figura IV.16. Tipo de vegetación presente en el Sistema Ambiental (Microcuenca) definido para el Proyecto.....	122
Figura IV.17. Especies de flora por familia en el sistema ambiental definido para el Proyecto.....	126

Figura IV.18. Categorización diamétrica de los árboles presentes en el SA definido para el Proyecto.	127
Figura IV.19. Categorización de alturas de los individuos del estrato arbóreo presentes en el SA definido para el Proyecto.....	127
Figura IV.20. Categoría de alturas en el estrato arbustivo de la micocuena definida para el Proyecto.	128
Figura IV.21. Número de especies de flora por familia en el Proyecto.	134
Figura IV.22. Categorización diamétrica de los ndividuos del estrato arbóreo presentes en el Proyecto... ..	135
Figura IV.23. Categorización de alturas de los individuos del estrato arbóreo presentes en el Proyecto. ..	135
Figura IV.24. Categoría de alturas en el estrato arbustivo del Proyecto.	136
Figura IV.25. Crecimiento poblacional municipal y de la cabecera (localidad de Álamos).....	151
Figura IV.26. Localidades de mayor proximidad a la unidad minera Piedras Verdes.	152
Figura IV.27. Composición de la población por sexos de las localidades próximas al Proyecto.	154
Figura IV.28. Composición de la población por grupos de edad de las localidades próximas al Proyecto. .	155
Figura IV.29. Composición de la población de las localidades próximas al Proyecto por origen.	155
Figura IV.30. Diversas vistas del paisaje predominante en la zona del Proyecto Tepetatera Oeste-Fase 2.	164
Figura IV.31. Sismicidad relacionada con el Proyecto.	170
Figura IV.32. Ubicación del sitio de Proyecto respecto a las zonas con potencial para la generación de flujos.	171
Figura IV.33. Ubicación del sitio del Proyecto respecto a zonas susceptibles a hundimientos y deslizamientos.	171
Figura IV.34. Ubicación del sitio del proyecto con zonas con potencial para la ocurrencia de colapsos.	172
Figura IV.35. Ubicación del área de Proyecto respecto a Zonas con Peligro de inundaciones.	173
Figura VII.1. Apertura de cepellón - reforestación	277
Figura VII.2. Riego a las especies de los individuos trasplantados.	278

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.1. Coordenadas UTM del polígono general para las actividades del Proyecto.....	17
Tabla II.2. Principales aspectos de urbanización y servicios requeridos para el Proyecto.	23
Tabla II.3. Cronograma de actividades para el Proyecto.	26
Tabla II.4. Flota del equipo para actividades del Proyecto.	31
Tabla II.5. Residuos peligrosos que generará el Proyecto.	37
Tabla III.1. Instrumentos regulatorios aplicables al Proyecto.	46
Tabla III.2. Resumen de lineamientos y estrategias ecológicas definidas para la UGA 02-0/01 Valle con Lomerío.....	62
Tabla III.3. Estrategias de ordenamiento ecológico aplicables.....	64
Tabla III.4. Áreas Naturales Protegidas del estado de Sonora.....	65
Tabla III.5. Vinculación del Proyecto con Normas Oficiales Mexicanas.....	74

Tabla III.6. Límites máximos permisibles de exposición a ruido en centros de trabajo (NOM-011-STPS-2001).	76
Tabla III.7. Alineación de los objetivos sectoriales al Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.	81
Tabla III.8. Alineación de los objetivos del PROMARNAT al Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.	84
Tabla IV.1. Temperatura máxima, media y mínima y precipitación media en el SA definido para el Proyecto.	96
Tabla IV.2. Temperaturas (°C) extremas mensuales y promedio anual, para el periodo 1951 al 2010.	97
Tabla IV.3. Suelos dominantes del municipio de Álamos, Sonora	106
Tabla IV.4. Valores de K en función del tipo y uso de suelo.	118
Tabla IV.5. Valores de captación de agua en las 47.55 ha del Proyecto.	119
Tabla IV.6. Familia, nombre científico y común de las especies vegetales pertenecientes al Sistema Ambiental definido para el Proyecto.	124
Tabla IV.7. Índice de Valor de Importancia (V.I.) para las especies arbóreas registradas en el SA definido para el Proyecto.	128
Tabla IV.8. Índice de Valor de Importancia (V.I.) para las especies arbustivas registradas en el SA definido para el Proyecto.	129
Tabla IV.9. Índice de Valor de Importancia (V.I.) para las formas de vida cactoide registradas en el SA definido para el Proyecto.	130
Tabla IV.10. Estimación del Índice de diversidad de Shannon (H) para el estrato arbóreo, arbustivo y formas de vida cactoide en el SA definido para el Proyecto.	131
Tabla IV.11. Listado florístico de las especies registradas para el Proyecto.	133
Tabla IV.12. Índice de Valor de Importancia (V.I.) para las especies arbóreas registradas en el Proyecto.	136
Tabla IV.13. Índice de Valor de Importancia (V.I.) para las especies arbustivas registradas para el Proyecto.	137
Tabla IV.14. Índice de Valor de Importancia (V.I.) para las formas de vida cactoide registradas en el Proyecto.	138
Tabla IV.15. Estimación del Índice de diversidad de Shannon (H) para el estrato arbóreo, arbustivo y formas de vida cactoide en el Proyecto.	138
Tabla IV.16. Lista taxonómica de los vertebrados terrestres registrados en el sistema ambiental definido para el Proyecto.	144
Tabla IV.17. Abundancia por grupo taxonómico de fauna silvestre registrados para el Sistema Ambiental definido para el Proyecto.	146
Tabla IV.18. Valores de riqueza específica (s), abundancia (n) e índice de diversidad de Shannon (H), de los vertebrados terrestres registrados en el Sistema Ambiental definido para el Proyecto.	146
Tabla IV.19. Especies de fauna silvestre registradas en el Proyecto Tepetatera Oeste-Fase 2.	147
Tabla IV.20. Riqueza Específica, Abundancia registrada e Índice de Diversidad de Vertebrados Terrestres en los polígonos de la Tepetatera.	149
Tabla IV.21. Tasa anual de crecimiento y densidad poblacional de Álamos, Sonora.	150
Tabla IV.22. Distribución de la población municipal por tamaño de localidad (2005–2010).	151
Tabla IV.23. Variables socio-demográficas del municipio de Álamos y localidades próximas al Proyecto.	153
Tabla IV.24. Crecimiento de las localidades próximas a la unidad minera Piedras Verdes.	154

Tabla IV.25. Indicadores de migración en Álamos, Sonora.	156
Tabla IV.26. Población económicamente activa (PEA) en el municipio de Álamos (2010).	156
Tabla IV.27. Población económicamente activa del municipio de Álamos, ocupada por sector de actividad (2000).....	156
Tabla IV.28. Indicadores de rezago en vivienda del municipio de Álamos.	159
Tabla IV.29. Población total según derechohabencia a servicios de salud por grupos de edad y sexo, 2010.	161
Tabla IV.30. Marginación en el municipio de Álamos de 1980 a 2010.	162
Tabla IV.31. Indicadores de marginación en el municipio de Álamos.	162
Tabla IV.32. Indicadores, criterios y valores de ponderación de la calidad ambiental definido para el Proyecto.....	174
Tabla IV.33. Clasificación de niveles de calidad ambiental.....	174
Tabla IV.34. Niveles de calidad ambiental en el Sistema Ambiental y área de Proyecto.	174
Tabla V.1 Indicadores de Impacto Ambiental seleccionados para la evaluación.	184
Tabla V.2 Actividades del Proyecto con potencialidad de impacto.	195
Tabla V.3 Matriz de interacción de impactos ambientales del Proyecto <i>Tepetatera Oeste-Fase 2</i>	197
Tabla V.4 Criterios empleados para evaluar la magnitud de los impactos ambientales.	198
Tabla V.5 Criterios empleados para evaluar la significancia de los impactos ambientales.	199
Tabla V.6. Fórmula, criterios de valoración y categorías de clasificación de impactos ambientales.	200
Tabla V.7. Niveles de magnitud de impactos ambientales considerados en la evaluación del Proyecto. ...	200
Tabla V.8. Matriz simplificada: Valores de Magnitud de interacciones ambientales.	202
Tabla V.9. Matriz de evaluación de magnitud y significancia de impactos ambientales.....	203
Tabla V.10. Impactos (interacciones) por tipo y nivel de magnitud.	207
Tabla VII.1. Impactos adversos potenciales del Proyecto.....	250
Tabla VII.2 Catálogo de medidas ambientales por línea estratégica del proyecto.....	252
Tabla VII.3. Líneas estratégicas de acción y programas ambientales.	254

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

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

El Proyecto Tepetatera Oeste-Fase 2 -en adelante el “Proyecto”- que se somete a revisión a través de la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular (MIA-P) tiene como objetivo dar a conocer el plan de ampliación de las áreas operativas de la Unidad Minera Piedras Verdes (UMPV).

La empresa Cobre del Mayo S.A. de C.V. –promovente del Proyecto- mantiene operaciones en la zona denominada Piedras Verdes, ubicada en el municipio de Álamos, en el estado de Sonora. La empresa cuenta con autorización para la operación de la Unidad Minera Piedras Verdes (UMPV); estas autorizaciones (correspondientes a las diversas etapas de desarrollo de la unidad minera) forman parte del expediente de la Empresa en la delegación SEMARNAT en el estado de Sonora.

Dentro de las actividades del Proyecto Minero Piedras Verdes (Unidad Minera Piedras Verdes) surgen diversos escenarios que obligan a realizar una continua valoración de sus reservas y establecer las condiciones que permitan mejorar su actividad productiva y extractiva.

Así, respondiendo a estas necesidades continuas de mejoría, se tiene planeado iniciar una más de estas tareas, la cual se engloba en el Proyecto denominado “*Tepetatera Oeste-Fase 2*” y que responde a la necesidad de aumentar las áreas de depósito de tepetate que actualmente se encuentran en operación, derivado de un incremento en la capacidad de producción de la Unidad Minera Piedras Verdes (UMPV).

El sitio propuesto para albergar al Proyecto -sometido a consideración de la autoridad ambiental, mediante la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular (MIA-P)- corresponde a terrenos rústicos localizados fuera del polígono territorial ocupado actualmente por la Unidad Minera; el sitio propuesto para el Proyecto está adyacente a la

denominada Tepetatera Oeste por lo cual, en términos prácticos, se considera al presente Proyecto como una ampliación de la tepetatera existente.

La superficie total prevista para la instalación del Proyecto es de 47.5502 hectáreas (ha) donde es necesario retirar la vegetación existente, que es de carácter forestal.

Las superficies que pretenden utilizarse corresponden a terrenos forestales cubiertos por Selva Baja Caducifolia que será removida para realizar las actividades correspondientes. Por esta razón, de acuerdo con lo establecido en las legislaciones nacionales en materia ambiental y forestal, es necesario obtener tanto la autorización en materia de impacto ambiental como la correspondiente al cambio de uso de suelo forestal a minero, como se establece en el Artículo 28 de la LGEEPA y en los Artículos 117 y 118 de la LGDFS.

Se estima que para el desarrollo de las actividades del Proyecto la inversión directa requerida ascienda aproximadamente a \$326, 279.00 dólares (\$5, 873, 022.00 M.N., considerando una tasa de cambio de \$18.00 M.N. por dólar), que incluye todos los elementos necesarios para el emplazamiento del Proyecto en la zona de interés.

Las actividades se han planeado para que se inicien durante el año 2016, comenzando con la solicitud de los permisos necesarios y continuando con las actividades de preparación del sitio y operación (conformación de la tepetatera) a partir del año 2017.

En caso de ser necesaria la utilización de superficies adicionales, se solicitará con oportunidad las autorizaciones correspondientes en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo. El conjunto de actividades a desarrollar en todas las fases planeadas, constituye el **Proyecto Tepetatera Oeste-Fase 2** que se presenta en este documento.

I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

Tepetatera Oeste-Fase 2.

I.1.2 UBICACIÓN (DIRECCIÓN) DEL PROYECTO

El Proyecto *Tepetatera Oeste-Fase 2* se sitúa por completo en el municipio de Álamos, estado de Sonora (Figura I.1). Se localiza aproximadamente a 15 km del poblado del mismo nombre, el cual es también la cabecera municipal; con coordenadas centrales (UTM WGS84 12) 695594, 3006970. El Proyecto se encuentra a una distancia aproximada de 100 km en línea recta de

Ciudad Obregón. Localmente, los poblados más cercanos son Nuevo Piedras Verdes y San José del Tábelo.

La superficie comprendida en el presente Proyecto está conformada por 47.5502 ha de superficie. Es preciso mencionar que Cobre del Mayo S.A. de C.V. tiene los derechos sobre estas superficies. El sitio del Proyecto se encuentra actualmente en terrenos desocupados, adyacentes a la Unidad Minera Piedras Verdes (Figura I.2).

I.1.3 TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO

La vida útil del Proyecto Tepetatera Oeste-Fase 2 está planeada para 15 años a partir de la obtención de los permisos motivo del presente estudio.

I.1.4 PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL

El acta constitutiva de la Empresa, el Poder del Representante Legal y la documentación del Técnico responsable de la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental se presentan en el Anexo 1 “Documentación Legal”

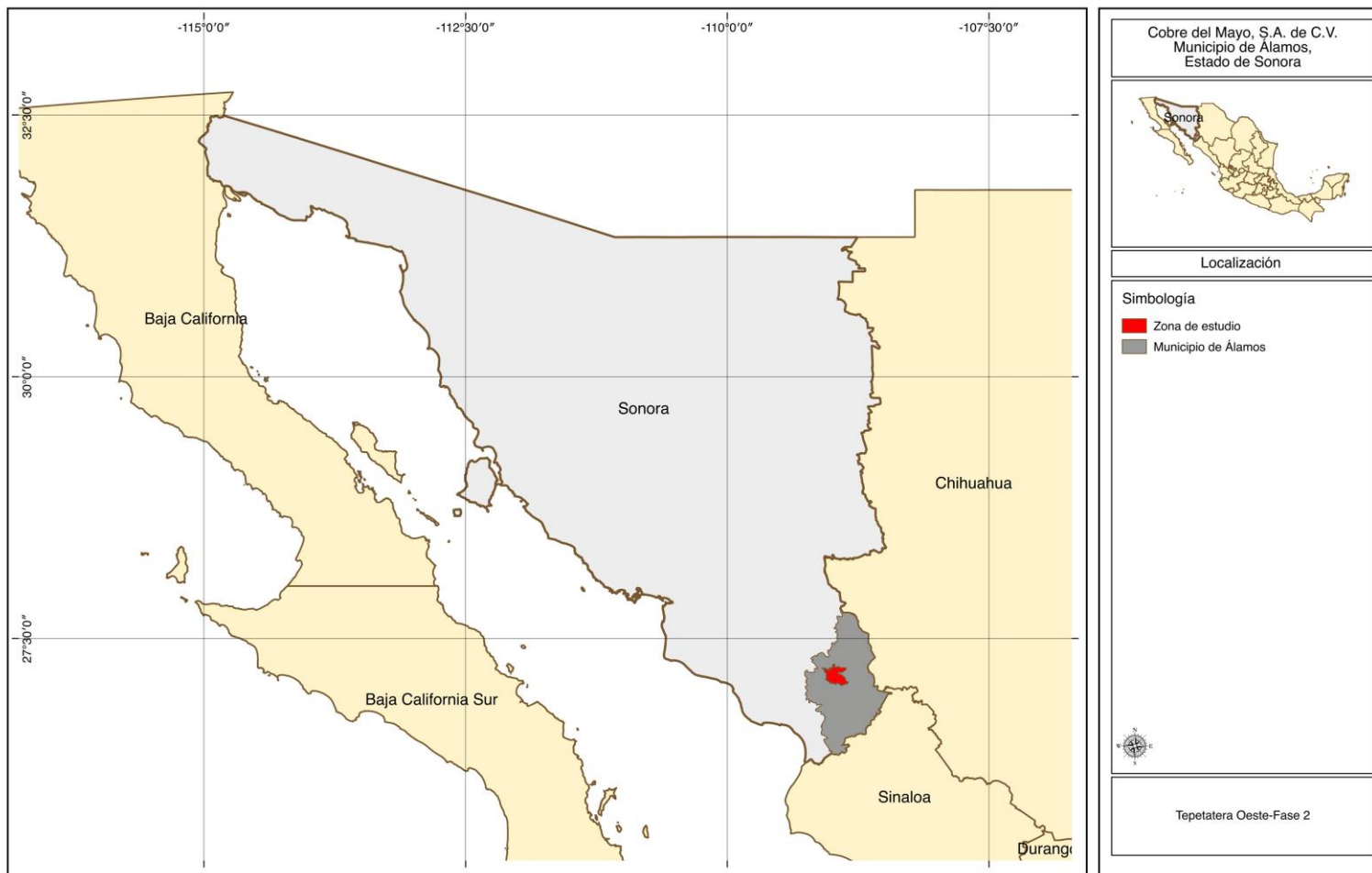


Figura I.1. Localización del sistema ambiental y área del Proyecto (zona de estudio) dentro del Municipio de Álamos, Sonora.

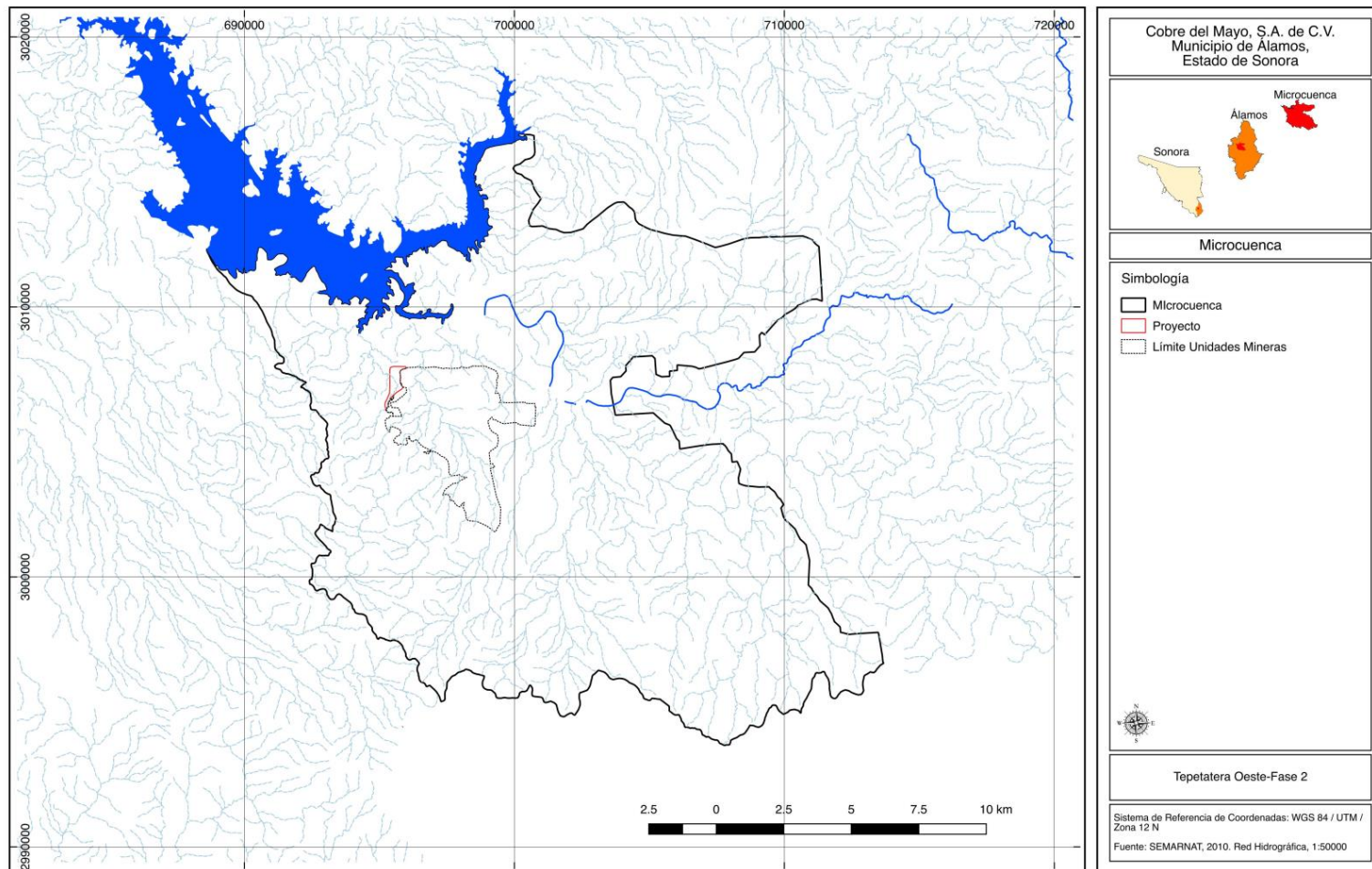


Figura I.2. Zona propuesta para el desarrollo del Proyecto.

I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

Cobre del Mayo S.A. de C.V.

En el Anexo 1 “Documentación Legal” se presenta la copia certificada del acta constitutiva de la Empresa.

I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE (RFC)

La empresa Cobre del Mayo S.A. de C.V. se encuentra inscrita en el Registro Federal de Contribuyentes bajo el número **CMA911004HR6**.

En el Anexo 1 “Documentación Legal” se presenta copia simple del RFC.

I.2.3 DATOS DEL REPRESENTANTE LEGAL

Ing. Jaime Castro Castro, Superintendente de Seguridad Salud y Medio Ambiente. Representante Legal de la Empresa Cobre del Mayo S.A. de C.V. (Anexo 1 “Documentación Legal”).

I.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES

Domicilio:	Domicilio Conocido S/N
Ciudad/Colonia:	Piedras Verdes
Código Postal:	85779
Municipio:	Álamos
Entidad federativa:	Sonora
Teléfono:	
Correo electrónico:	
<i>*El correo electrónico pertenece al representante legal; quien manifiesta que acepta recibir comunicados oficiales por parte de la autoridad, por ese medio electrónico.</i>	

I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.3.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

Biol. Luis Gerardo Montenegro Pérez.

CURP:

No. Cédula profesional: 1543076.

I.3.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES

I.3.3 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL DOCUMENTO

Domicilio:

Colonia:

Código Postal:

Delegación:

Entidad federativa:

Teléfono:

Fax:

Correo electrónico:

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

En junio de 2005 la empresa Cobre del Mayo S.A. de C.V. obtuvo la autorización en materia de impacto ambiental para el desarrollo del Proyecto Minero Piedras Verdes, actualmente denominado como Unidad Minera Piedras Verdes (para este documento también UMPV); la cual es una instalación minera donde se realiza la explotación de cobre mediante un método de tajo a cielo abierto.

En este sentido, la unidad minera actualmente está procesando mineral de cobre usando patios de lixiviación convencionales. Dependiendo de la ley del mineral, los materiales extraídos del tajo tienen varios destinos; son transportados al área de estéril (tepetatera) o a los patios de lixiviación como menas (ROM), o triturados antes de su colocación en los patios de lixiviación utilizando para su traslado bandas transportadoras.

Como resultado de trabajos de prospección dentro de las concesiones mineras con que cuenta la empresa Promovente, en el año 2012 se determinó la factibilidad de un aumento en la capacidad productiva de la Unidad Minera.

Relacionado con esa reciente ampliación de capacidad productiva es que se propone el presente Proyecto; esto se debe a que el incremento en la tasa de minado, requiere también de un incremento en la capacidad de almacenamiento de tepetate; sitio que se puede considerar como una nueva área de ocupación, adicional a las actualmente existentes. La nueva tepetatera -que será coadyuvante para optimizar las operaciones de la UMPV- constituye el Proyecto que se somete a consideración de la autoridad ambiental.

Como se ha precisado para la realización del Proyecto se requiere el cambio de uso de suelo de terrenos forestales en la totalidad de su superficie, de conformidad con el Artículo 28 fracción VII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y los artículos 5° inciso "O", y Artículo 14 de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, trámite que se llevará a cabo de forma paralela.

El uso que se pretende dar al terreno objeto de esta solicitud es minero y consiste en la conformación de una nueva tepetatera con una capacidad total de 66, 649, 640 toneladas.

La justificación de este trabajo consiste en que las obras pretendidas responden a la necesidad de establecer mejoras en la UMPV; esto con miras a mantener viable –en términos ambientales y económicos- la actividad minera en la UMPV, actualmente en operación.

El Proyecto es consecuencia del aumento de la tasa de explotación (trituration y lixiviación) de la unidad minera, por lo que -en congruencia con los nuevos volúmenes de explotación y en un escenario progresivo- se generan volúmenes adicionales de material estéril, los cuales deberán depositarse en las nuevas áreas de la tepetatera.

Las actividades mencionadas se han calculado para ser realizadas –incluyendo la solicitud de autorizaciones ambientales- a partir del segundo semestre del año 2016 en adelante, hasta que los objetivos establecidos sean alcanzados.

Entre estas autorizaciones necesarias para la puesta en marcha del Proyecto están, la solicitud de autorización de impacto ambiental (misma que se realizará mediante la presentación de esta Manifestación de Impacto Ambiental) y, la autorización para Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales que se solicitará mediante la presentación de un Estudio Técnico Justificativo.

Es importante anotar que la decisión de la empresa de invertir en actividades que faciliten el incremento de la productividad en la UMPV se tomó con base en la conjunción de una serie de criterios legales, normativos, técnicos y ambientales que le confieren viabilidad a la actividad minera en la zona.

Las superficies que pretenden utilizarse corresponden a terrenos forestales cubiertos por Selva Baja Caducifolia que será removida para realizar las actividades correspondientes. Por esta razón, de acuerdo con lo establecido en las legislaciones nacionales en materia ambiental y forestal, es necesario obtener tanto la autorización en materia de impacto ambiental como la correspondiente al cambio de uso de suelo forestal a minero, como se establece en el Artículo 28 de la LGEEPA y en los Artículos 117 y 118 de la LGDFS.

Se estima que para el desarrollo de las actividades del Proyecto la inversión directa requerida ascienda aproximadamente a \$326, 279.00 dólares (\$5, 873, 022.00 M.N., considerando una

tasa de cambio de \$18.00 M.N. por dólar), que incluye todos los elementos necesarios para el emplazamiento del Proyecto en la zona de interés.

En caso de ser necesaria la utilización de superficies adicionales, se solicitará con oportunidad las autorizaciones correspondientes en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo. El conjunto de obras requeridas, así como las actividades asociadas con todas las fases de desarrollo, constituye el **Proyecto Tepetatera Oeste-Fase 2** que se presenta en este documento.

El grupo de obras que integran la ampliación pretendida para optimizar las operaciones de la Unidad Minera Piedras Verdes, constituye el Proyecto que se somete a consideración de la autoridad ambiental a través de la presente Manifestación de Impacto Ambiental (MIA-P).

Tanto las actividades de preparación de sitio, construcción y las operaciones de la ampliación que se propone en este documento, han sido diseñadas para cumplir con las leyes y regulaciones mexicanas, así como las normas y buenas prácticas internacionales de ingeniería y manejo ambiental. Así, el Proyecto se desarrollará bajo estándares que garanticen un progreso adecuado de las actividades en el contexto ambiental existente. Por ello, para asegurar la aplicación de las mejores prácticas, el Proyecto se realizará bajo constante supervisión por personal de la empresa.

La información de soporte para el diseño del Proyecto se basa en exhaustivos estudios de línea base, ambiental y social, como también en completos análisis de factibilidad técnica y económica. En su conjunto, los estudios realizados han permitido integrar con suficiencia las evaluaciones de impacto y riesgo ambiental que la normatividad ambiental mexicana exige para que el Proyecto se desarrolle en compatibilidad con la política de protección ambiental nacional.

Finalmente, es de especial importancia indicar que la Empresa cuenta con los derechos sobre varias concesiones mineras en la zona, cuyos títulos respectivos están actualizados y vigentes.

Como se ha precisado, para la realización del Proyecto se requiere el cambio de uso de suelo de terrenos forestales en el total de la superficie, de conformidad con el Artículo 28 fracción VII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y los artículos 5° inciso "O", y Artículo 14 de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, trámite que se llevará a cabo de forma paralela.

II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO

La empresa Cobre del Mayo S.A. de C.V. mantiene operaciones en el área de explotación denominada Piedras Verdes, ubicada en el municipio de Álamos en el estado de Sonora; donde -como parte de las actividades de mejoramiento de la capacidad productiva de la UMPV- se planea llevar a cabo un proyecto de ampliación de infraestructura consistente en habilitar un área adyacente a la Tepetatera Oeste para continuar con el depósito de material sin valores minerales (tepetate).

El sitio propuesto para el Proyecto corresponde a terrenos rústicos localizados fuera de los predios autorizados para albergar a la Unidad Minera Piedras Verdes. Este Proyecto responde –como se ha mencionado previamente- a la necesidad de contar con el área adecuada para disposición del tepetate generado a partir del incremento de la capacidad de beneficio de mineral.

El Proyecto, está concebido como un nuevo proyecto, pero vinculado directamente con la UMPV en lo relativo a la infraestructura, operaciones y procesos, así como la cobertura de algunos servicios básicos y de asistencia con los que ya se cuenta como es el suministro de agua, y los requerimientos de energía eléctrica.

No está de más el reiterar que el desarrollo del Proyecto requerirá, además del establecimiento de la Tepetatera, del mantenimiento y/o rehabilitación de los caminos de acceso y servicio hacia el sitio.

La justificación de este trabajo consiste en que las obras pretendidas responden a la necesidad de establecer mejoras en la infraestructura de la UMPV y en el sistema de explotación/producción de metal; esto con miras a mantener viable –en términos ambientales y económicos- la actividad minera en la UMPV, actualmente en operación.

Las actividades mencionadas se han calculado para ser realizadas –incluyendo la solicitud de autorizaciones ambientales- a partir del año 2016 en adelante, hasta que los objetivos establecidos sean alcanzados. Se toma en cuenta que las actividades del Proyecto -en lo referente a preparación del sitio, construcción y operación- se han planeado para que se inicien una vez obtenido los permisos correspondientes, hasta que los objetivos establecidos sean alcanzados. En caso de ser necesaria la utilización de superficies adicionales, se solicitará con oportunidad la autorización correspondiente.

De acuerdo con los análisis realizados, el sitio donde pretende desarrollarse el Proyecto es idóneo para la instalación, ya que se acopla a las actividades actuales de la UMPV con un balance positivo, tanto en términos económicos como ambientales, al minimizarse significativamente: i) distancia de acarreo de materiales, ii) las necesidades de nivelación y movimiento de tierras y iii) posibilita el aprovechamiento idóneo de la infraestructura existente.

La elección de cualquier otro sitio diferente al propuesto representaría la generación de mayores impactos ambientales debido a la necesidad de abrir nuevos caminos de acceso y de ampliar aún más la infraestructura para la introducción de servicios en la nueva área, con la consecuente afectación de mayores áreas con cobertura vegetal; asimismo, el incremento en la distancia de acarreo que podría representar otro sitio, no sólo contribuiría a asumir mayores costos de operación, sino también a un incremento en el consumo de combustible y en la generación de partículas y gases contaminantes.

Debido a ello, la alternativa que se propone para realizar la ampliación constituye la mejor opción técnica, económica, operativa y ambiental.

Es importante anotar que la decisión de la empresa de invertir en actividades que faciliten el incremento de la productividad en la Unidad Minera Piedras Verdes se tomó con base en la conjunción de una serie de criterios legales, normativos, técnicos y ambientales que le confieren viabilidad a la actividad minera en la zona.

II.1.2.1 CRITERIOS LEGALES Y NORMATIVOS

Desde el punto de vista legal y de la normatividad nacional, los criterios considerados fueron:

- Los establecidos por la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental.
- La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento.
- La Ley Minera. De conformidad con la misma, los titulares de las concesiones mineras poseen el derecho de: realizar obras y trabajos de exploración y explotación dentro de los lotes mineros concesionados, obtener la expropiación, ocupación temporal o constitución de servidumbre de los terrenos indispensables para llevar a cabo las obras y trabajos de exploración, explotación y beneficio, así como para el depósito de terreros, jales, escorias y graseros (Art. 19).
- Las disposiciones de las normas oficiales mexicanas que regulen la actividad.

En observancia de dicho marco jurídico, la empresa ha realizado los análisis pertinentes para asegurar que el Proyecto pretendido no contraviene ninguno de los ordenamientos que lo regulan.

Con base en dicho análisis se ha valorado que, en el predio promovido para la ocupación, las actividades son susceptibles de desarrollarse, en razón de las siguientes consideraciones que corroboran que el desarrollo del Proyecto no establece contravención jurídica alguna con los ordenamientos legales que le son aplicables:

- Atendiendo a las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la empresa cuenta con los títulos de Concesión Minera respectivos para el área de interés (Anexo 1 “Documentación Legal”).
- De conformidad con lo que establece el Art. 19 de la Ley Minera y su Reglamento, los titulares de las concesiones mineras poseen el derecho de realizar obras y trabajos de exploración y explotación dentro de los lotes mineros concesionados, obtener la expropiación, ocupación temporal o constitución de servidumbre de los terrenos indispensables para llevar a cabo las obras y trabajos de exploración, explotación y beneficio, así como para el depósito de terreros, jales, escorias y graseros.
- Ninguno de los ordenamientos legales indicados establece a priori prohibición expresa para la realización de las actividades que contempla el Proyecto.
- La empresa cuenta con los documentos legales que le confieren certidumbre jurídica respecto de la ocupación de los terrenos requeridos para el Proyecto (Anexo 1 “Documentación Legal”). Además, se cuenta con las autorizaciones previas correspondientes para el desarrollo de la actividad minera en la región.
- Las consideraciones de naturaleza técnica y ambiental que establecen la viabilidad del Proyecto en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo se exponen a través de esta MIA-P de conformidad con lo dispuesto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental, así como por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento, de manera que a través de las autorizaciones respectivas se asegure que su ejecución se desarrolle en pleno cumplimiento y compatibilidad con los instrumentos que lo regulan y los principios y políticas nacionales en tales materias.

Teniendo como referencia el marco normativo señalado y toda vez que: a) la empresa es titular de las concesiones mineras en la superficie donde pretende desarrollarse el Proyecto y b) posee los derechos de uso y ocupación de los terrenos respectivos, tal y como son presentados en el Anexo 1 (Documentación Legal); se desprende que no existe ningún impedimento legal para el desarrollo del Proyecto pretendido en el área donde se localiza la Unidad Minera

Piedras Verdes, siempre que, de acuerdo con la evaluación que realice la autoridad ambiental, se corrobore que:

- i. No existe contraposición con los instrumentos de planeación y usos del suelo aplicables en el ámbito federal (áreas naturales protegidas y terrenos forestales), estatal y municipal.

En este aspecto es importante destacar que el Proyecto se encuentra en el municipio de Álamos; sin embargo, no rebasa los límites o se acerca la que es considerada como una zona de importancia ecológica (Sierra de Álamos).

- ii. El Proyecto, conforme a los estudios realizados, considera que su desarrollo no causará desequilibrios ecológicos que pongan en riesgo la integridad de las poblaciones de especies en riesgo; y
- iii. El Proyecto se ajusta a criterios de diseño, construcción, operación, cierre y restauración, adecuados para obras como la pretendida.

II.1.2.2 CRITERIOS TÉCNICOS

Como se sabe, la selección de los sitios para las obras de beneficio de minerales se encuentra condicionada por la ubicación de los depósitos minerales que se aprovechan considerando siempre la factibilidad técnica, operativa y financiera del Proyecto.

Así, también se busca tener un especial cuidado en los costos de operación por el movimiento y traslado de material para el procesamiento y depósito (esto incluye la disposición de residuos no peligrosos como el tepetate o material estéril), lo cual deriva en una mayor eficiencia del plan de minado y producción y, finalmente, reduciendo en una disminución en la extensión de las áreas de afectación.

Tomando en cuenta lo anterior, la localización del Proyecto se basó en las siguientes consideraciones:

- Localizar la tepetatera con la mayor proximidad posible a la zona de explotación (tajo), a efecto de lograr la mayor eficiencia operativa y financiera en cuanto a la distancia, tiempo de acarreo y consumo de combustible. En este caso se determinó que, la mejor opción es ampliar la zona de depósito de la ya existente Tepetatera Oeste.
- Que se use un sitio con las características topográficas adecuadas que reduzcan los trabajos de preparación del sitio.
- Se seleccionaron áreas que no tienen un potencial futuro para actividades de extracción por lo que aumenta la posibilidad de poder trabajar en actividades de restauración antes de lo previsto.

- Ubicación de las obras en sitios donde se disponga del espacio y áreas de maniobras necesarios para realizar las actividades con amplios márgenes de seguridad.
- No afectar a la población local.
- No generar riesgos ambientales ni afectaciones innecesarias.

II.1.2.3 CRITERIOS AMBIENTALES

Los criterios ambientales considerados para determinar la ubicación y distribución de las nuevas áreas son:

- La ubicación es favorable y se accede fácilmente.
- Consolidar las nuevas áreas a efecto de optimizar la ocupación espacial, evitando así la dispersión territorial de las áreas de operaciones y favoreciendo en consecuencia la contención de los impactos ambientales asociados.
- Prevenir todo riesgo de contaminación.
- No existen elementos históricos, arqueológicos o culturales que limiten el desarrollo del Proyecto
- Se cuenta con antecedentes sólidos de gestión ambiental, a partir de las actividades que la empresa ha realizado conforme a la normatividad ambiental vigente.
- La empresa incorporará medidas particulares de forma tal que se prevendrá y minimizará cualquier afectación a la biodiversidad local, el suelo y la hidrología.
- El balance costo-beneficio del Proyecto es adecuado para su desarrollo en el contexto dado y las medidas de mitigación propuestas se consideran suficientes, adecuadas y eficaces, dadas las condiciones ambientales existentes
- La zona se encuentra en su totalidad ubicada dentro del municipio de Álamos y no se halla dentro de algún área natural protegida de carácter federal, estatal o municipal.

Con tales premisas se desarrollaron exhaustivos estudios de campo que complementaron los análisis realizados con anterioridad y permitieron determinar las mejores alternativas técnicas, operativas y ambientales, para la ubicación infraestructura requerida por el Proyecto.

La selección del sitio de las obras se sustenta así en análisis geotécnicos, geoquímicos, hidrogeológicos, de fauna y vegetación, cuyos resultados se exponen en capítulos posteriores de este documento.

II.1.3.1 VÍAS DE ACCESO

Para acceder a la Unidad Minera Piedras Verdes, por vía aérea es posible llegar a las ciudades de Hermosillo, Ciudad Obregón y Los Mochis. Por vía terrestre, ya sea desde Hermosillo o Ciudad Obregón, se debe recorrer la Carretera Federal No. 15. El ingreso a la Unidad Minera se lleva a cabo a través de un camino de terracería que conecta con la carretera mencionada en la desviación a la presa Adolfo Ruiz Cortines, también conocida como presa Mocúzari (Figura II.2).

Para acceder al sitio de Proyecto, se deben usar caminos de terracería dentro o alrededor de la UMPV.



Figura II.2 Vías de acceso a la zona del Proyecto.

II.1.4 INVERSIÓN REQUERIDA

Se estima que, para el desarrollo de las actividades del Proyecto, la inversión directa requerida asciende a \$326, 279.00 dólares americanos, que incluye todos los elementos necesarios para el emplazamiento del Proyecto en la zona de interés.

II.1.7 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS

Regionalmente, se cuenta con buenos accesos, pero no hay caminos pavimentados hasta la zona del Proyecto; los servicios cercanos son de carácter rural. A la Unidad Minera se accede fácilmente desde un entronque que comunica la ciudad de Navjoa con el poblado de Álamos, este entronque es una terracería en buen estado.

Específicamente en la zona del Proyecto, el entorno es rural y carente de los servicios básicos de energía eléctrica, agua potable, drenaje y comunicaciones.

El Proyecto ha sido diseñado a partir de los recursos, infraestructura y equipamiento disponibles en la Unidad Minera Piedras Verdes. Los principales aspectos de urbanización y servicios que serán requeridos para el adecuado funcionamiento del Proyecto se describen en la Tabla II.2.

Tabla II.2. Principales aspectos de urbanización y servicios requeridos para el Proyecto.

CONDICIÓN/URBANIZACIÓN	DESCRIPCIÓN/REQUERIMIENTO DEL PROYECTO
Servicios Básicos:	
Vías de acceso	La zona presenta un camino de acceso a partir de la UMPV. Este camino y los que se encuentran al interior de la UMPV sólo serán integrados a las actividades de mantenimiento que la unidad minera ya lleva a cabo en los caminos actualmente en uso.
Agua potable	Por sus características, el Proyecto no requiere el uso de agua y, por tanto, no incrementa las necesidades de la UMPV. Las necesidades de agua potable para consumo de los trabajadores, serán satisfechas a través de la adquisición de agua embotellada.
Energía eléctrica	De ser necesario, el requerimiento de energía eléctrica será satisfecho a través de la incorporación de generadores a la red eléctrica de la UMPV.
Transporte	La empresa cuenta con servicio de transporte para los trabajadores de la unidad minera.
Disponibilidad de combustibles	El combustible requerido durante las diferentes etapas del Proyecto será obtenido de los almacenes ubicados en la misma UMPV.
Servicios de Apoyo:	
Disposición de residuos	La recolección, transporte y disposición de residuos no peligrosos se realizarán regularmente por la propia empresa. Los residuos peligrosos que se generen serán almacenados temporalmente para ser entregados periódicamente a una empresa autorizada en su traslado y depósito seguro.
Fuerza laboral	Existen en la región trabajadores que prestarán sus servicios al proyecto.
Servicio médico	La UMPV cuenta con servicio médico dentro de sus instalaciones, para brindar servicios básicos y de emergencia a los trabajadores. Adicionalmente, todos los trabajadores contarán con el servicio médico del Instituto Mexicano del Seguro Social.
Hospedaje	Debido a la cercanía con los poblados de origen del personal, no se requerirá la construcción ni habilitación de campamentos u áreas habitacionales.
Telecomunicaciones	Se utilizará la red de telecomunicaciones disponible para la UMPV.

II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

El desarrollo del proyecto requerirá de la conformación de la Tepetatera y el mantenimiento y/o rehabilitación de los caminos de acceso y de servicio hacia el sitio.

II.2.1 TEPETATERA

Se denomina así al área donde se dispone, de manera final, la roca sin contenido mineral ni valor económico. Esto incluye al nombrado material de descapote, que es la roca que es necesario remover para exponer la zona mineralizada.

Debido al ya mencionado incremento en la tasa de descapote, minado y trituración se hace necesaria la ampliación de las superficies destinadas al depósito de material estéril (tepetatera).

Cálculos estimados indican que la nueva tepetatera debe tener una capacidad para 66, 649, 640 toneladas de tepetate.

Así, el Proyecto propone la conformación de una nueva tepetatera, contigua a la Tepetatera Oeste de la Unidad Minera Piedras Verdes.

La rampa de acarreo de la Fase 2 de la Tepetatera Oeste será de 30 m de ancho y de 820 m de largo, con una pendiente del 8 %. Para la estabilización de taludes se consideraron camas de 30 m de altura, banquetas (bermas de seguridad) de 15 m y un ángulo particular de reposo de 38° y general de 29°.

II.2.2 CAMINOS

La UMPV posee un camino de acceso hacia la actual Tepetatera Oeste. El camino ha sido acondicionado para el tránsito de vehículos pesados y ligeros.

Tanto este camino de acceso como otros caminos dentro de la Unidad Minera se encuentran en buen estado por lo que el “acondicionamiento” considerado implica únicamente continuar con las actividades de mantenimiento de los mismos; estas actividades las ha realizado la UMPV desde que el aprovechamiento de minerales fue autorizado.

II.2.3 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO

La vida útil del Proyecto estará determinada a partir de los resultados que se obtuvieron de las actividades de explotación mineral en la zona. Por ello se ha calculado, de forma general, un

afectación de áreas naturales adyacentes que no serán requeridas por el Proyecto, al momento, evitándose así áreas expuestas de manera innecesaria.

Asimismo, se mantendrá una supervisión permanente de los contratistas, a efecto de evitar la afectación de áreas adicionales a las requeridas por el Proyecto.

Para el desmonte se ocupará mayoritariamente motosierras. La recopilación del material se realizará con un tractor D9R. Es importante destacar que no se emplearán técnicas de quema, uso de herbicidas o productos químicos.

El producto del desmonte será triturado, mezclado con el suelo recuperado y almacenado en un sitio específico (almacén de suelo de la UMPV), en donde se conservará para su uso en la restauración ambiental del sitio al concluir las operaciones mineras, manteniendo la opción de llevar a cabo aprovechamiento forestal como apoyo a los comuneros de la población.

El despalme se realizará en toda la superficie destinada para albergar las obras del Proyecto y será simultáneo al desmonte. El Proyecto considera la recuperación y conservación del suelo fértil de los sitios en que ello sea factible, para emplearlo en las labores de restauración final del sitio.

II.2.4.3 REMOCIÓN Y RECUPERACIÓN DE SUELO FÉRTIL (NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DEL TERRENO)

Simultáneamente al desmonte de las áreas de ocupación del Proyecto, se realizará la recuperación del suelo, en los sitios en donde ello sea posible. Este suelo será acumulado en el área de almacenamiento de suelo fértil de la UMPV. El suelo almacenado -10 cm de espesor y hasta 40 cm cuando sea posible- será utilizado en los trabajos finales de restauración ambiental, durante la etapa de cierre del Proyecto minero.

Como parte de los trabajos de mantenimiento, se nivelarán las áreas de caminos (mismos que ya existen). Dicha nivelación y la compactación se realizará con tractores.

II.2.5 CONSTRUCCIÓN

Como se ha mencionado, el Proyecto *Tepetatera Oeste-Fase 2* constituye la conformación de una nueva tepetatera (ampliación de la tepetatera oeste existente) necesaria para el correcto funcionamiento de la UMPV.

Para la construcción de esta obra, se tendrá especial cuidado en realizar la menor cantidad de cortes al terreno natural para evitar la generación de áreas descubiertas de manera innecesaria. Una de las metas principales será la realización de la afectación estrictamente necesaria de la superficie del terreno, dejando las áreas circundantes a las instalaciones con vegetación natural. En términos generales, la construcción se enfoca a la preparación del terreno dispuesto para la tepetatera, y consta de los siguientes pasos:

1. Delimitación topográfica del área.
2. Nivelación de acuerdo a lo establecido en el diseño de los caminos. La nivelación sólo se realizará cuando el mantenimiento de caminos –ya existentes- así lo requiera.

El sitio programado para la ubicación de la fase 2 de la tepetatera requerirá de preparación del terreno -eliminación de la vegetación existente y recuperar el recurso forestal-. En el caso de ser necesario, se realizará un despalde preparatorio para mejorar la estabilidad del sitio.

Para el acceso al sitio del Proyecto se contempla la utilización de los caminos de mina ya existentes, únicamente se mantendrá el programa habitual de mantenimiento y riego (para evitar la generación de polvo) en estos caminos.

II.2.5.1 CONSTRUCCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS O PROVISIONALES

El único servicio provisional asociado al Proyecto serán las letrinas portátiles instaladas durante las etapas de preparación de sitio y construcción. El servicio de limpieza y mantenimiento de las mismas será llevado a cabo por la empresa prestadora de dicho servicio, realizando esta actividad 3 veces por semana.

II.2.6 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se refiere, en términos prácticos a la disposición del material estéril y sin valor mineral en la tepetatera. También se incluyen las actividades de riego de caminos y supervisión del nivel de los mismos.

Para llevar a cabo correctamente la operación del Proyecto, se requiere de una serie equipo y maquinaria. Este equipamiento fue seleccionado en base a los siguientes criterios:

- Producción anual de mineral y de residuos.
- Los parámetros de diseño y altura de bancos de material.
- Productividad y costos de operación.

El equipo minero requerido para la operación, se presenta en la Tabla II.4.

Tabla II.4. Flota del equipo para actividades del Proyecto.

EQUIPO
Tractor D9R
Cargador 992
2 Camiones 777
Excavadora EX-02
Pipa de agua

II.2.6.1 TEPETATERA

En cuanto a la operación de la Tepetatera, las condiciones mineralógicas del tepetate (no es material generador de drenaje ácido) no obligan a una depositación programada o secuencia alguna en su conformación, por lo que la tepetatera irá creciendo de acuerdo al programa de explotación de la Unidad Minera Piedras Verdes, el único aspecto de relevancia durante la operación de la tepetatera está relacionado con una conformación de camas y rampas estable y que permita la recuperación de una cubierta vegetal en un porcentaje importante de su superficie.

Para la estabilización de taludes se consideran un acomodo de tepetate en camas de 30 m de altura, banquetas (bermas) de seguridad de 15 m y un ángulo particular de reposo de 38°.

II.2.6.2 CAMINOS

Como ya se mencionó, los caminos a utilizar durante la conformación de esta ampliación de la tepetatera oeste, se encuentran en estado operativo y transitable, en razón de esto es que se considera como parte de la operación, el continuar con actividades de riego (para evitar la emisión de polvo) y la nivelación o reparación de baches en los puntos donde se requiera.

II.2.6.3 MANTENIMIENTO

El objetivo de la selección de determinado equipo fue la minimización de la variabilidad del producto, de requerimientos de servicio, soporte técnico, mantenimiento *in situ* y espacio de almacenamiento, además se busca la maximización de las partes comunes y el rendimiento y la fiabilidad general.

La filosofía de mantenimiento consiste en la adquisición de una flota de equipos (descritos anteriormente) con una planificación integral, cadena de suministro, almacén y paquete de

soporte de mantenimiento directo en la mina. Otros proveedores serán necesarios en las siguientes áreas:

- Producción y construcción civil.
- Neumáticos.
- Vehículos ligeros.

La presencia del personal de los proveedores seleccionados, será programada en una rotación regular para proporcionar los servicios de mantenimiento. Estos proveedores, en coordinación con la planificación del mantenimiento de la empresa, personal de producción y administración; podrían operar desde las instalaciones del taller de la unidad minera y asegurarse de que todo el mantenimiento preventivo programado y re-construcción se lleven a cabo de manera eficiente.

II.2.7 ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO (CLAUSURA Y RESTAURACIÓN)

Las actividades a considerar dentro de la etapa de abandono serán adicionadas al Programa de Restauración Ambiental de la empresa para la UMPV.

En esta etapa se realizará el retiro de maquinaria y equipo, la limpieza de terreno y la estabilización topográfica del sitio, así como la restitución del suelo, vegetación y servicios ambientales.

Como ya se mencionó, esta fase se incorporará al plan de cierre y restauración general de la Unidad Minera, por tal motivo iniciará en forma paralela al cierre y restauración de áreas programadas en el Plan de Cierre y Restauración.

El objetivo de este Plan de Cierre consiste en garantizar una adecuada clausura de las instalaciones y la restitución de las áreas afectadas.

A través de las actividades de restauración previstas se busca rehabilitar las condiciones edáficas y topográficas del sitio, como punto de partida para el establecimiento de vegetación.

De manera sintética, los principales objetivos de la restauración propuesta consisten en:

- a. Preparar la tierra para su uso productivo a largo plazo o bien, para el restablecimiento del hábitat.
- b. Dejar las áreas utilizadas por el Proyecto, estables y seguras.
- c. Prevenir la erosión por medio de la reforestación y el manejo de los escurrimientos.

Las características de almacenamiento y destino de los principales tipos de residuos peligrosos que se generarán se indican en la Tabla II.5. Como ya se mencionó, se utilizarán las instalaciones y programas de la empresa Cobre del Mayo S.A. de C.V.

Tabla II.5. Residuos peligrosos que generará el Proyecto.

TIPO DE RESIDUO	CARACTERÍSTICAS CRETIB	PROCESO Y ETAPA DE GENERACIÓN	SITIO DE ALMACENAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL
Aceite industrial para automotores (usado)	Tóxico	Mantenimiento y servicio de vehículos y maquinaria (construcción, operación y mantenimiento)	Tanques de 200 L de aceite usado	Se retornarán al distribuidor, como parte del servicio contratado, para su reciclaje o disposición
Productos de desecho de mantenimiento de maquinaria y equipo (pintura, filtros, estopas impregnadas, solventes)	Tóxicos, reactivos, inflamables, corrosivos	Mantenimiento y servicio de maquinaria y equipo (construcción, operación y mantenimiento)	Almacén de residuos peligrosos (temporal)	Centro de acopio de residuos peligrosos de empresa autorizada
Empaques y embalajes de sustancias peligrosas	Tóxicos; corrosivos	Mantenimiento y servicio de vehículos	Almacén de residuos peligrosos (temporal)	Centro de acopio de residuos peligrosos de empresa autorizada

II.2.10 OTRAS FUENTES DE DAÑOS

El Proyecto no presentará fuentes potenciales de daños o afectación, diferentes de las que han sido identificadas y evaluadas en el presente documento.

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

III.1 ANTECEDENTES

La minería, junto con la agricultura y ganadería, son actividades productivas de gran antigüedad, que han contribuido al desarrollo y sostenimiento de economías locales, regionales y nacionales. En México, sus orígenes se remontan a la etapa precortesiana, pero no fue sino hasta la época de la Conquista y la Colonia cuando la búsqueda de yacimientos de oro y plata adquirió mayor relevancia y generó un importante impulso a la colonización de nuevos territorios y la construcción de rutas de acceso y vías de comunicación.

En el siglo XX la minería nacional creció fundamentalmente en el Altiplano Mexicano e incorporó nuevos métodos y tecnologías de extracción y refinación, introducidas a la par que las empresas extranjeras comenzaron a asentarse en el país e invertir en esta actividad.

En 1961, tras varios años de estancamiento de la actividad y con el propósito de romper la estructura monopólica del sector, se emitió la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en materia de Explotación y Aprovechamiento de Recursos Minerales, que indujo a las empresas extranjeras a asociarse con el Estado o con empresas nacionales. Con esta ley surgió la industria minera paraestatal.

En 1979, la industria paraestatal generaba el 30 % de la producción minera nacional. En 1982 existían 482 entidades, de las cuales 44 eran de participación estatal mayoritaria y controlada directamente por la entonces Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal (SEMIP); mientras que las restantes eran controladas a través de la Comisión de Fomento Minero (COFOMI) y Nacional Financiera. Su enorme tamaño la había hecho ineficiente, proteccionista y poco flexible frente a los retos de la incipiente globalización económica y el cambio en los mercados internacionales, donde habían aparecido nuevos competidores, productos sustitutos,

técnicas de reciclaje y una acelerada movilidad de capitales. Todos estos problemas hicieron evidente la necesidad de una nueva política minera que permitiera incrementar la competitividad del sector (Secretaría de Economía, 2003).

En ese contexto, en 1992, tras casi 50 años de mantener un estricto control sobre los recursos minerales del país, se promulgó la nueva Ley Minera que anunció el retiro definitivo del gobierno de las actividades mineras, eliminó las restricciones a la participación del capital extranjero y se decretó la liberación gradual de casi seis millones de hectáreas de zonas de reserva minera, permitiendo el ingreso del sector privado en zonas y minerales que anteriormente habían estado reservados al Estado.

Complementariamente, en 1993, la Ley de Inversión Extranjera permitió una participación de hasta 100 % del capital extranjero en las sociedades mineras establecidas bajo las leyes mexicanas, con lo cual, a la par que repuntó la demanda de los mercados internacionales, se incrementó considerablemente el ingreso de capitales y el incremento en la producción y el empleo, especialmente en los casos del oro, la plata, el zinc, el cobre, la fluorita, el carbón mineral, el yeso, el plomo y el hierro.

En la actualidad es ampliamente reconocido el gran potencial minero del país. La minería no petrolera tiene un papel importante en la economía y desarrollo de México, aunque en general éste es poco difundido a la sociedad. En términos prácticos, la actividad contribuye sustantivamente al abastecimiento de insumos básicos en un gran número de industrias. Asimismo, en materia de economía, además de la generación de empleos y la derrama asociada con la inversión en el sector, la producción minera, su comercialización y las exportaciones tienen una importante contribución a la economía nacional por concepto de derechos y aranceles.

La minería nacional se integra por las actividades extractivas ajenas al petróleo crudo y gas natural, mismas que aportan a la economía del país el 1.6 % del Valor Agregado Bruto. Los principales productos mineros de México son la plata, oro, cobre, zinc, arena, grava y fierro, que representan el 26, 22, 18, 7, 3, 3 y 3 % del valor total de la producción minera de concesibles, respectivamente.

Sectorialmente, debido a sus características, la minería de minerales reservados a la federación es una de las actividades que mayores regulaciones federales debe cumplir en México. Debido a su naturaleza concesible, los proyectos relacionados con el aprovechamiento de minerales metálicos son regulados por al menos cinco leyes de jurisdicción federal:

- **Ley Minera**
- **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente**
- **Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos**
- **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable**
- **Ley General de Vida Silvestre**

Adicionalmente, en el caso de que la actividad minera involucre el aprovechamiento de aguas nacionales, en tanto que éstas son consideradas bienes del patrimonio nacional, también deberá sujetarse a la obtención de la concesión respectiva en el marco de las disposiciones fijadas por la **Ley de Aguas Nacionales**.

Asimismo, si se emplearán explosivos para la extracción del mineral, las actividades deberán sujetarse a la **Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos**. Con excepción de esta Ley, las leyes referidas contienen disposiciones, generales y particulares, en materia ambiental.

Toda vez que el Proyecto pretendido se encuentra interrelacionado con las operaciones que actualmente desarrolla Cobre del Mayo, S.A. de C.V. en la unidad minera Piedras Verdes, es relevante señalar que en congruencia con la compatibilidad que todo proyecto de desarrollo debe mantener con los mandamientos constitucionales, legales y reglamentarios indicados, la empresa ha tramitado y obtenido las autorizaciones ambientales pertinentes para el aprovechamiento minero que lleva a cabo en la zona, que dan cuenta de su compromiso de acatar el marco jurídico referido previamente.

Considerando el amplio espectro de regulaciones que rigen al sector, en este apartado se analizan detalladamente las obligaciones que son aplicables al Proyecto, con base en cada una de estas leyes y sus respectivos reglamentos. Además, se revisan las normas oficiales mexicanas que regulan diversos aspectos de las actividades pretendidas.

Los parámetros generales del Proyecto que son considerados para el análisis son:

- El sitio del Proyecto se localiza en un área que posee vegetación forestal

- El polígono del Proyecto se encuentra totalmente dentro del municipio de Álamos, Sonora y no incursiona dentro de ningún área natural protegida.
- El Proyecto incluye la construcción de una tepetatera y mantenimiento de caminos de acceso.
- El desarrollo de las actividades no requerirá del suministro de agua.
- El Proyecto no involucra el aprovechamiento de ninguna especie de vida silvestre

Con base en los parámetros indicados para el proyecto, su gestión deberá sujetarse a diversos instrumentos regulatorios (Tabla III.1).

Tabla III.1. Instrumentos regulatorios aplicables al Proyecto.

LEY	MATERIA	REGLAMENTO	FUNDAMENTO JURÍDICO	INSTRUMENTO
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)	Evaluación de Impacto Ambiental	Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA)	LGEEPA: artículo 28 fracc. III y VII REIA: artículo 5º Ap. L fracc. I y Ap. O fracc. I	Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular (MIA-P)
	Control de emisiones a la atmósfera	Reglamento en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera (RPCCA)	LGEEPA: artículo 111 BIS RPCCA: artículos 18 y 21	Licencia de Funcionamiento (Licencia Ambiental Única –LAU) y Cédula de Operación Anual
	Preservación del Agua y Suelos	--	LGEEPA: artículo 98	Criterios establecidos en la ley y Normas Oficiales Mexicanas
	Conservación de Flora y Fauna Silvestres	--	LGEEPA: artículo 83	Criterios establecidos en la ley y Normas Oficiales Mexicanas
Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA)	Responsabilidad ambiental ante los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible	--	LFRA: Artículos 6º., 8º., 10 a 17, 19, 20, 39	Criterios establecidos en la ley y Normas Oficiales Mexicanas Los considerados por la LGEEPA y la LGDFS
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)	Cambio de Uso del Suelo de Terrenos Forestales	Reglamento de la ley (RLGDFS)	LGDFS: artículos 117 y 118 RLGDFS: artículo 120	Autorización de cambio de uso de suelo tramitada mediante un Estudio Técnico Justificativo (ETJ)
Ley General de Cambio Climático (LGCC)	Protección al ambiente Desarrollo sustentable Preservación y restauración del equilibrio ecológico Emisiones al Ambiente	Reglamento de la Ley general de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones	LGCC: artículos 87 a 90, 111, 112 y los referentes a sanciones en caso de omisión de información (artículos 113 a 115)	Criterios establecidos en la ley y Normas Oficiales Mexicanas
Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)	Gestión de Residuos Mineros y Peligrosos	Reglamento de la ley (RLGPGIR)	LPGIR: artículos 17 y 31 RLGPGIR: artículos 13 y 17	Plan de Manejo de Residuos Mineros y Plan de Manejo de Residuos Peligrosos
Ley General de Vida Silvestre (LGVS)	Conservación de la Vida Silvestre	--	LGVS: artículos 4º y 18	Criterios establecidos en la ley y Normas Oficiales Mexicanas
Ley de Aguas Nacionales (LAN)	Regulación del uso y aprovechamiento del agua	Reglamento de la ley (RLAN)	LAN: artículos 20 a 29 RLAN: artículos 29 a 72	No aplica en este Proyecto, sin embargo se toma en cuenta como parte del proceso de planeación.
Ley Minera (LM)	Regulación de Actividades Mineras de Jurisdicción Federal	Reglamento de la ley (RLM)	LM: artículos 10, 11, 15, 19, 27 a 34.	Concesión Minera

- La protección de los suelos y de la flora y fauna silvestres, de manera que las alteraciones topográficas que generen esas actividades sean oportunamente y debidamente tratadas.
- La adecuada ubicación y formas de los depósitos de desmontes, relaves y escorias de las minas y establecimientos de beneficio de los minerales.

Bajo este contexto, es importante tener en mente que, para el depósito del material estéril en la tepetatera, la empresa ha incorporado medidas adecuadas tendientes a asegurar la protección de los suelos y de la vida silvestre del sitio, así como desarrollar acciones oportunas de restauración, que mitiguen, en lo posible, las alteraciones topográficas asociadas con la actividad.

Con base en lo indicado, a través de este documento se somete a consideración de las autoridades ambientales competentes las acciones y medidas previstas por la empresa para prevenir, mitigar y compensar las afectaciones del Proyecto sobre el recurso edáfico y sus ecosistemas.

Respecto del control de la calidad de las aguas y la protección de las que sean utilizadas o sean el resultado de esas actividades que plantea la ley, la ejecución del Proyecto no incluye ningún proceso que involucre el generar descargas que puedan alterar la calidad de los escurrimientos superficiales de la zona; el agua que se empleará en el riego para control de polvos en los caminos será agua nacional que se pagará a la Federación.

Independientemente de ello, el Proyecto considera la construcción de obras preventivas de control de escurrimientos en torno a la Tepetatera, de modo que se mantenga un patrón de drenaje tal que, además de conservar los volúmenes de aportación hídrica de cuenca, evite la incorporación de sedimentos a las escorrentías.

III.2.1.4 CONSERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA SILVESTRES

En relación con la conservación de la flora y fauna silvestres, la LGEEPA establece diversos criterios orientados hacia la preservación de la biodiversidad y su hábitat; la continuidad de los procesos evolutivos; la protección de especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial; y el fomento de la repoblación, entre otras.

En el caso particular de las actividades productivas de jurisdicción federal, tales criterios son considerados dentro de la evaluación de impacto ambiental de los proyectos, de modo que a

través de la presente Manifestación de Impacto Ambiental y del correspondiente Estudio Técnico Justificativo se exponen las consideraciones y evaluaciones pertinentes, así como las medidas propuestas por la empresa para prevenir, mitigar y controlar la afectación de la flora y fauna silvestres y su hábitat, como consecuencia del Proyecto que se expone.

Específicamente, el artículo 83 de la LGEEPA establece que el aprovechamiento de los recursos naturales en áreas que sean el hábitat de especies de flora o fauna silvestres, especialmente las endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, deberá hacerse de manera que no se alteren las condiciones necesarias para su subsistencia, desarrollo y evolución.

Atendiendo a ello, como parte de los estudios de caracterización ambiental del sitio del Proyecto, se actualizaron los inventarios de flora y fauna silvestres de la zona, con especial atención a las áreas del territorio que serán perturbadas, a la vez que se identificaron las especies consideradas en alguna categoría de riesgo con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tales resultados se exponen en Capítulos siguientes de este documento, donde también se presenta la evaluación de los impactos ambientales potenciales del Proyecto, considerando los relativos a la conservación de individuos, especies y hábitat de la flora y fauna silvestres del sitio; también se proponen las medidas de prevención, mitigación y control de impactos respectivas.

III.2.2 LEY FEDERAL DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL

Esta Ley, reglamentaria del artículo 4o. Constitucional, tiene por objeto la protección, la preservación y restauración del ambiente y el equilibrio ecológico, para garantizar los derechos humanos a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de toda persona, y a la responsabilidad generada por el daño y el deterioro ambiental.

La presente Ley indica que el régimen de responsabilidad ambiental reconoce que el daño ocasionado al ambiente es independiente del daño patrimonial sufrido por los propietarios de los elementos y recursos naturales. Además, reconoce que el desarrollo nacional sustentable debe considerar los valores económicos, sociales y ambientales.

- Las personas físicas o morales que lleven a cabo proyectos o actividades que tengan como resultado la mitigación o reducción de emisiones, podrán inscribir dicha información en el Registro, conforme a las disposiciones reglamentarias que al efecto se expidan.
- Las disposiciones reglamentarias de la LGCC establecerán los procedimientos y reglas para llevar a cabo el monitoreo, reporte y verificación y, en su caso, la certificación de las reducciones de emisiones obtenidas en proyectos inscritos en el Registro, a través de organismos acreditados de acuerdo a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, y autorizados por la Secretaría o por los organismos internacionales de los que los Estados Unidos Mexicanos sean parte.
- Las disposiciones reglamentarias de la LGCC establecerán los requisitos para validar ante el Registro, las certificaciones obtenidas por registros internacionales, de la reducción de proyectos realizados en los Estados Unidos Mexicanos.

En este sentido, la UMPV como fuente generadora de emisiones, cumplirá con los reportes y demás obligaciones que marca la Ley General de Cambio Climático. Las emisiones generadas por este Proyecto serán sumadas a ello.

III.2.5 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos es reglamentaria de las disposiciones constitucionales relativas a la protección del ambiente en materia de gestión de residuos y tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona a gozar de un medio ambiente adecuado; así como propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, los residuos sólidos urbanos y los de manejo especial. Además de prevenir la contaminación de sitios y realizar su remediación.

En los términos de esta ley, los residuos de la industria minera-metalúrgica provenientes del minado y tratamiento de minerales, así como los metalúrgicos, son de regulación y competencia federal (Art. 17).

De los diferentes preceptos establecidos en esta ley, los más relevantes en cuanto a su vinculación con el Proyecto se refieren a:

- a) Asegurar el derecho de toda persona a vivir en un ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar, para lo cual el Proyecto tendría que incorporar un esquema de

prevención y minimización de la generación de residuos, sean peligrosos o no, así como la aplicación de estrategias de manejo integral que eviten riesgos a la salud y daño a los ecosistemas (Art. 2); la responsabilidad del generador de residuos de asumir los costos derivados de su manejo integral, lo cual implica que la empresa tendrá que costear los servicios relacionados con la disposición final de residuos de tipo municipal y los de un prestador de servicios autorizado en el manejo, traslado y disposición final de residuos peligrosos (Art. 2).

- b) La ley permite que los residuos mineros sean depositados en el sitio de su generación, siempre que su manejo se sujete a las disposiciones de las Normas Oficiales Mexicanas que regulan la selección del sitio, diseño, construcción, operación, post-operación y monitoreo... (Art. 17).
- c) Las actividades deben sujetarse a la presentación y aprobación ante la SEMARNAT, de un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos como aceites, lubricantes usados, disolventes, acumuladores, etc. (Art. 31).

En concordancia con tales lineamientos, el Proyecto se integrará al plan de manejo de residuos –peligrosos y no peligrosos- que opera durante las actividades de la Unidad Minera Piedras Verdes; este plan considera los principios de prevención y minimización de la generación de residuos, así como estrategias de manejo integral para evitar riesgos a la salud y daño a los ecosistemas.

Respecto a los residuos peligrosos que el Proyecto y la maquinaria implicada generará -aceites, lubricantes usados, disolventes, acumuladores, etc.- la unidad minera pretende un manejo adecuado y sustentable donde el primer paso es el almacenaje temporal en un área que cumple satisfactoriamente con las disposiciones requeridas por la normatividad (artículos 46 y 86 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos), para posteriormente entregarlos a una empresa autorizada por la autoridad ambiental, para su manejo, traslado y disposición final.

Adicionalmente, la empresa cuenta con el Plan de Manejo de residuos mineros que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-157-SEMARNAT-2009.

III.2.6 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE

El Proyecto no se encuentra relacionado con el aprovechamiento de la flora y fauna silvestres en los términos en que la Ley General de Vida Silvestre define el concepto (Art. 3°), motivo por el cual no se encuentra sujeto a los procedimientos en ella establecidos.

No obstante, atendiendo a los preceptos contenidos en los artículos 4° y 18° de la ley, respecto de la obligación de conservar la vida silvestre, evitar cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, y contribuir a conservar su hábitat, es que esta Manifestación de Impacto Ambiental y el respectivo Estudio Técnico Justificativo, han incluido información detallada, derivada de estudios de campo, que describe la diversidad y la distribución de especies presentes en el área, así como las medidas para mitigar los efectos negativos de la ejecución del Proyecto en la integridad de las especies y sus poblaciones, incluidas aquellas que se encuentran enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo alguna categoría de riesgo.

Las medidas propuestas en capítulos anteriores del presente documento incluyen el rescate de individuos y su reubicación en áreas viables para su conservación, garantizando de esa manera que el desarrollo del Proyecto no ponga en riesgo la preservación de las especies y sus poblaciones.

Tales medidas son consistentes con las que han sido adoptadas exitosamente por la empresa en el desarrollo de sus operaciones en el área. Cabe destacar que la zona donde se pretende instalar el Proyecto es adyacente al polígono autorizado con anterioridad para las actividades de la Unidad Minea, así que las acciones de conservación que se llevarán a cabo se integrarán a los planes de Rescate y Conservación actualmente vigentes para la unidad minera Piedras Verdes; por ello, podemos asegurar que la experiencia que la empresa ha adquirido al aplicar estas medidas, es garante de su objetividad y eficacia.

III.2.7 LEY DE AGUAS NACIONALES

La Ley de Aguas Nacionales es reglamentaria del Artículo 27 constitucional en materia de aguas nacionales y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento del agua, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr un desarrollo integral sustentable.

El desarrollo de la nueva tepetatera no requiere de volúmenes adicionales significativos de agua, de modo que pueden ser cubiertos con los títulos de concesiones que posee la empresa; sin embargo, se toma en cuenta los preceptos de la Ley de Aguas Nacionales para establecer medidas que minimicen el impacto sobre causas superficiales de agua.

En el mismo sentido, durante el año 2015 fue aprobado el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora (Boletín Oficial del Estado de Sonora, 2015), documento que responde, entre otros aspectos, a la necesidad de *“llevar a cabo un proceso de ordenamiento de las actividades económicas para dirigir su crecimiento por condiciones, escenarios y lineamientos que no amenacen la productividad de los ambientes naturales...”*.

En dicho documento, el más actual referente al ordenamiento del territorio sonorense, se establece mediante el análisis de aptitud correspondiente, el Modelo de Ordenamiento Ecológico adecuado para el territorio del Estado, esta zonificación dio como resultado el establecimiento de 25 unidades de gestión ambiental (UGA's). El área del Proyecto se ubica dentro de la UGA 602-0/01 Valle con Lomerío (Figuras III.3 y III.4).

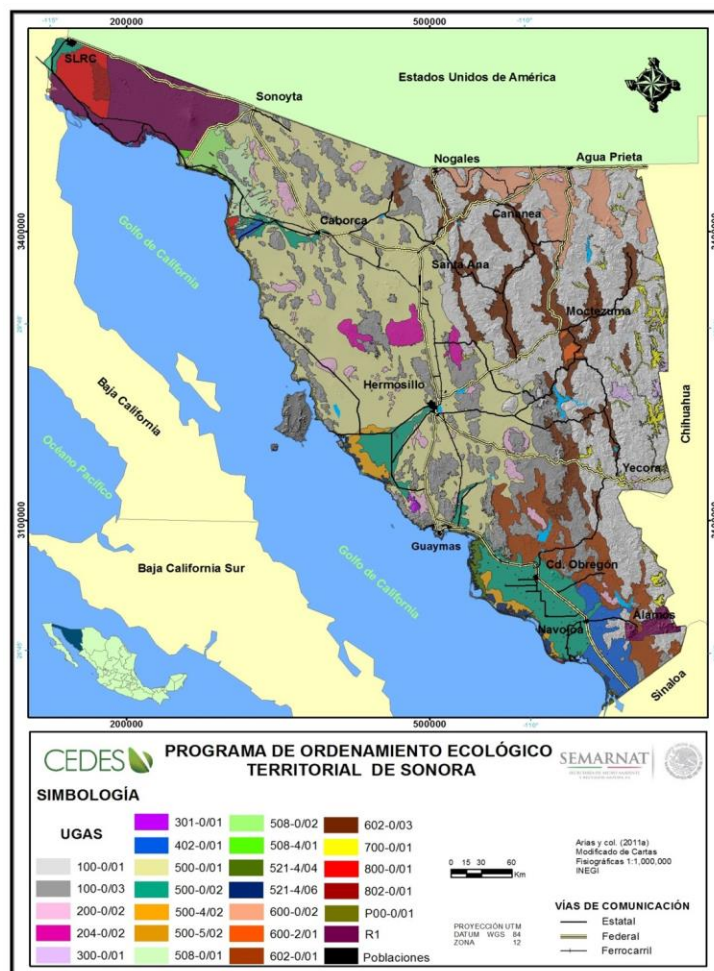


Figura III.3. Unidades de Gestión Ambiental definidas para el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora.

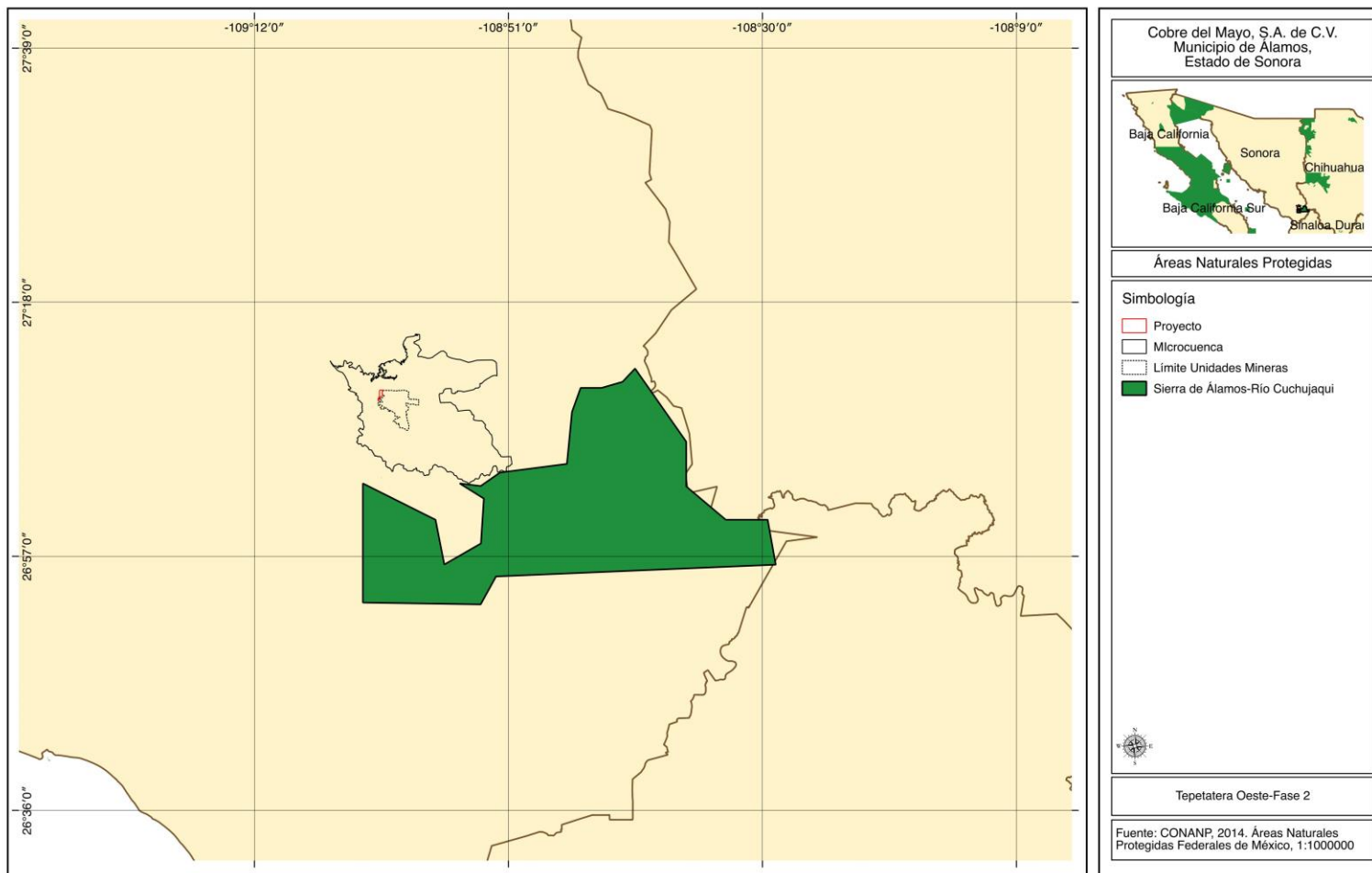


Figura III.5. Ubicación del Proyecto con respecto a las Áreas Naturales Protegidas cercanas.

III.4.1 REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) ha definido en la porción central del municipio de Álamos (casi en correspondencia territorial con el Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui) la Región Terrestre Prioritaria RTP-31 Sierra Álamos-El Cuchujaqui.

Las 75 739 hectáreas que constituyen la extensión de esta RTP se encuentran, casi en su totalidad, en el municipio de Álamos, pero una pequeña porción alcanza parte del municipio de Chínipas, en el estado de Chihuahua.

El área del Proyecto se encuentra fuera de la Región Terrestre Prioritaria 31, con la cual mantiene un distanciamiento mínimo de 7 km en línea recta (Figura III.6).

Es preciso señalar que el Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la CONABIO, se orienta exclusivamente a la detección de áreas cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad en diferentes ámbitos ecológicos, de modo que carece de carácter vinculante con la regulación de actividades que se desarrollen en dichos sitios.

No obstante, el diseño del Proyecto ha considerado medidas ambientales que permitirán compatibilizar el desarrollo de las actividades pretendidas con la preservación de las condiciones ambientales de relevancia para la conservación de la biodiversidad en el contexto de la Región Terrestre Prioritaria 31.

III.4.2 REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS

El Proyecto se encuentra dentro de la Región Hidrológica Prioritaria RHP-17 Río Mayo (Figura III.7), la cual cubre una extensión de 1, 503, 599 ha en los estados de Sonora y Chihuahua, e incluye ambientes acuáticos diversos (presa, pantanos, estuarios, charcas temporales, llanuras de inundación y brazos de ríos).

Los recursos hídricos de esta región tienen usos y aprovechamientos variados en diferentes actividades productivas, entre los que se encuentran la generación de energía eléctrica (Presa Adolfo Ruiz Cortines), agricultura, pesca, acuacultura, actividades forestales y turismo.

Los principales problemas ambientales de la región se asocian con la modificación del entorno por:

- i. la construcción de carreteras, presas y sistemas hidráulicos para el control de avenidas y riego, el funcionamiento de la propia Presa Adolfo Ruiz Cortines, la explotación forestal, desmontes y el desvío de corrientes;
- ii. la contaminación por abuso de agroquímicos en la planicie costera, generación de residuos mineros, descargas de aguas residuales, desechos domésticos, descargas químicas, de pesticidas y empleo de herbicidas en las campañas antinarcóticos; y
- iii. la introducción de especies exógenas, como el lirio acuático, bagre, lobina negra, rana y tilapia azul.

Acorde con la CONABIO, es de preocupación:

- la alteración del patrón hidrológico y de la calidad del agua en la planicie costera;
- la erosión de la cuenca y azolvamiento de las costas;
- la erosión en la costa por presas y la intrusión salina,
- faltan conocimientos de la flora y la fauna, así como aplicación plena de la legislación sobre el uso de plaguicidas,
- además, se considera necesario el impulsar el empleo de alternativas en control de plagas; controlar problemas de acceso por narcotráfico y regular el uso de plaguicidas en campañas antinarcóticos.

Tomando en cuenta estos temas de preocupación ambiental, el diseño del Proyecto ha considerado medidas ambientales que permitirán compatibilizar el desarrollo de las actividades con la preservación de las condiciones ambientales y evitar, entre otras cosas: la contaminación de acuíferos subterráneos y escurrimientos superficiales, minimizar el riesgo de arrastre de sedimentos; además, los estudios de biodiversidad establecidos para caracterizar la zona del Proyecto y sus área de influencia, aportan datos que enriquecen el conocimiento sobre la flora y fauna locales, aspecto que como se indicó líneas arriba, es un atributo de preocupación para la Región Hidrología Prioritaria RHP-17 Río Mayo y por el cual la información obtenida a partir de las caracterizaciones ambientales del sitio de Proyecto, podrán ayudar a mejorar.

III.4.3 ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE AVES

De las distintas Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves que la CONABIO reconoce para el estado de Sonora, el área del Proyecto se encuentra en el límite suroeste del Área de Importancia para la Conservación de las Aves AICA-40 Álamos-Río Mayo (Figura III.8), la cual posee una extensión de 240 253 ha en los estados de Sonora y Chihuahua.

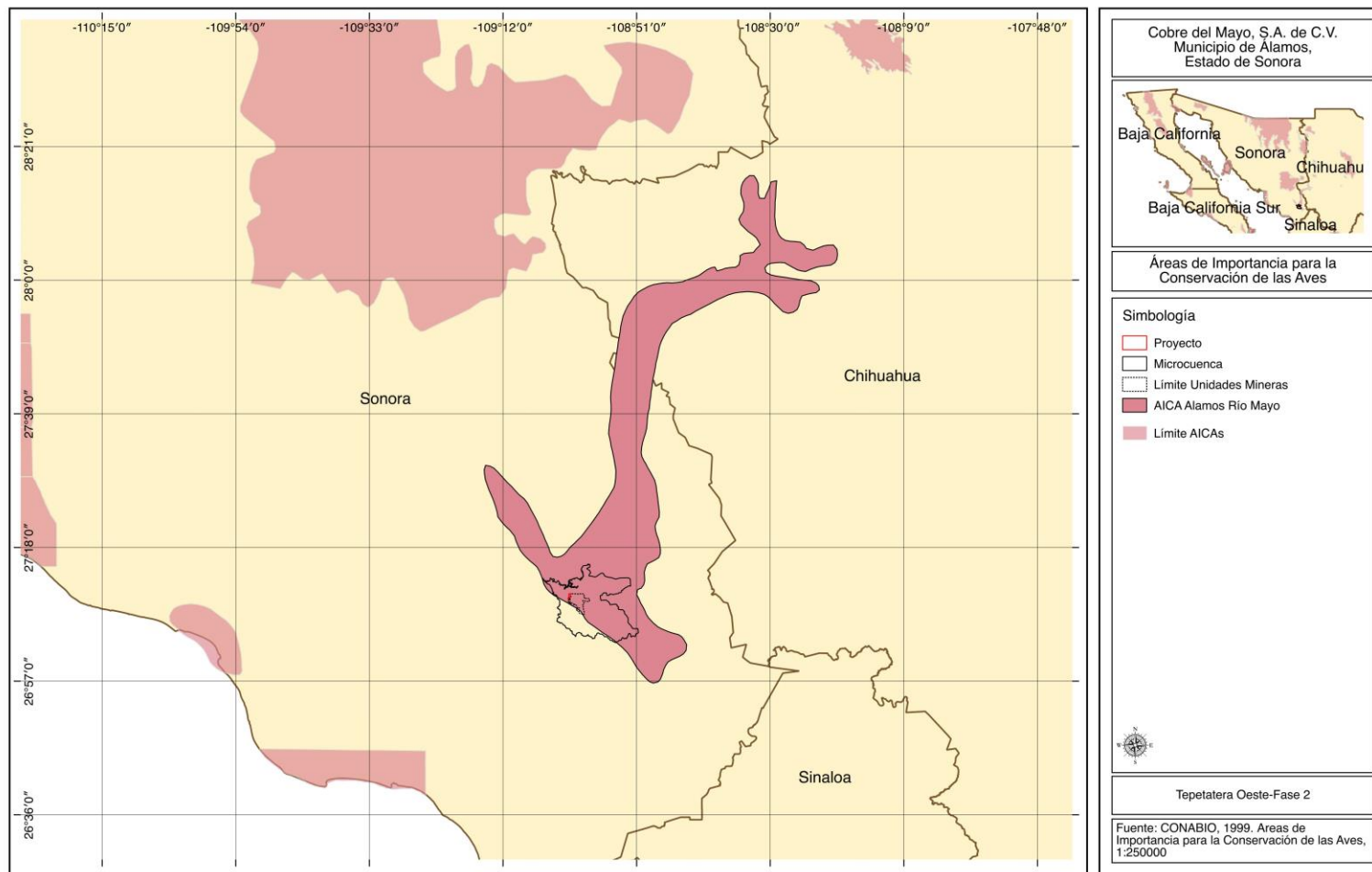


Figura III.8. Localización del Proyecto con respecto al Área de Importancia para la Conservación de las Aves AICA 40 Álamos-Río Mayo.

Las emisiones de polvo serán reducidas y controladas dentro de rangos permisibles por medio de riego de caminos.

Para reducir y controlar las emisiones de la maquinaria y equipo, se implementará un programa de mantenimiento preventivo y correctivo, a la par de contar con barreras mecánicas de contención de polvos, y la aplicación estricta del programa de seguridad e higiene en el trabajo.

De acuerdo con el Artículo 111° Bis de la LGEEPA, los establecimientos de la industria metalúrgica son considerados como fuentes fijas de jurisdicción federal, sujetos a la obtención de la Licencia de Funcionamiento o Licencia Ambiental Única por parte de la SEMARNAT, para su operación y funcionamiento.

La Unidad Minera Piedras Verdes cuenta con la Licencia Ambiental Única respectiva que avala la pertinencia operativa del proyecto, mismo que se ajustará a los valores de emisiones a la atmósfera indicados por la norma.

NOM-045-SEMARNAT-1996 (CALIDAD DEL AIRE-FUENTES MÓVILES)

ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS DE OPACIDAD DEL HUMO PROVENIENTE DEL ESCAPE DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES EN CIRCULACIÓN QUE UTILIZAN COMO COMBUSTIBLE DIÉSEL O MEZCLAS QUE LO INCLUYAN.

Explícitamente, la norma excluye del campo de aplicación a la maquinaria que se utiliza en la industria minera.

No obstante lo anterior, la empresa supervisará permanentemente el mantenimiento preventivo de todas las unidades y maquinaria para que sus emisiones se mantengan dentro de estándares aceptables.

NOM-052-SEMARNAT-2005 (RESIDUOS PELIGROSOS)

ESTABLECE LAS CARACTERÍSTICAS, EL PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN, CLASIFICACIÓN Y LOS LISTADOS DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS.

Los residuos resultantes de las diferentes actividades y procesos del proyecto serán clasificados con base en las especificaciones indicadas por la norma.

Los residuos clasificados como peligrosos (aceites usados, pinturas, filtros, estopas impregnadas de aceites, solventes y combustibles; empaques y embalajes impregnados de sustancias peligrosas, residuos de sustancias tóxicas del laboratorio, etc.) serán manejados en apego a la normatividad en dicha materia.

Le empresa incorporará el nuevo proyecto a su actual Plan de Manejo.

NOM-059-SEMARNAT-2010 (FLORA Y FAUNA SILVESTRES)

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.

El listado de especies contenido en la norma ha sido considerado en los estudios de caracterización ambiental realizados en el área donde se localiza el proyecto.

Debido a que los estudios de flora y fauna silvestre realizados con motivo de esta Manifestación de Impacto Ambiental identificaron, en las áreas del proyecto, la presencia de especies consideradas en la norma, se ha previsto realizar el rescate de los ejemplares viables que se localicen en el sitio de afectación por las obras y actividades previstas, para su reubicación en un área con vegetación, en donde se desarrollarán acciones de manejo y conservación que permitan garantizar la integridad de los individuos, las especies y sus poblaciones. Todas estas actividades serán registradas y documentadas.

NOM-080-SEMARNAT-1994 (RUIDO-FUENTES MÓVILES)

ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE RUIDO PROVENIENTE DEL ESCAPE DE LOS VEHÍCULOS AUTOMOTORES, MOTOCICLETAS Y TRICICLOS MOTORIZADOS EN CIRCULACIÓN Y SU MÉTODO DE MEDICIÓN.

La empresa mantendrá un programa permanente de mantenimiento preventivo a la maquinaria, automóviles, camionetas, camiones y tractocamiones, para minimizar la emisión de ruido y garantizar los estándares ambientales y laborales para este tipo de instalaciones.

NOM-157-SEMARNAT-2009 (RESIDUOS MINEROS)

ESTABLECE LOS ELEMENTOS Y PROCEDIMIENTOS PARA INSTRUMENTAR PLANES DE MANEJO DE RESIDUOS MINEROS.

La empresa se sujetará a los procedimientos de la norma en la caracterización y elaboración de los planes de manejo respectivos.

Además de las Normas Oficiales Mexicanas de protección ambiental analizadas anteriormente, en materia de seguridad laboral el Proyecto se apegará a la Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001, que establece las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido que, por sus características, niveles y tiempo de acción, sea capaz de alterar la salud de los trabajadores; los niveles máximos y los tiempos máximos permisibles de exposición por jornada de trabajo, su correlación y la implementación de un programa de conservación de la audición.

Esta norma fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril de 2002 y sustituyó a la anterior NOM-011-STPS-1994.

empresas que contaran con el potencial para aprovechar los recursos minerales del país en condiciones óptimas.

Las acciones de dicho programa se orientaron a fomentar la competitividad y modernización de la minería nacional, bajo la premisa de que correspondía al gobierno federal crear un entorno favorable y de certidumbre para el desarrollo de la actividad minera por parte del sector privado.

Los objetivos generales planteados por este programa para enfrentar los retos del sector fueron:

- Crear el entorno adecuado para favorecer la participación de la inversión privada, nacional y extranjera.
- Reducir el riesgo y el costo de las actividades de exploración y hallazgo de yacimientos.
- Mejorar la capacidad de las pequeñas y medianas empresas, así como de la minería social, para generar empleo e ingresos permanentes.

El cumplimiento de los objetivos indicados se abordó a través de siete grandes estrategias:

1. Mejorar el marco normativo.
2. Lograr eficacia y transparencia administrativa.
3. Promover las inversiones nacionales y extranjeras.
4. Proporcionar información básica para la exploración geológico-minera.
5. Otorgar apoyo técnico y financiero a proyectos viables.
6. Apoyar a la minería social.
7. Impulsar y fortalecer las cadenas productivas.

Destaca la consideración de la variable ambiental como uno de los pilares del desarrollo de la minería nacional, ámbito en el cual se propone realizar reformas a las leyes y normas vigentes, así como la emisión de disposiciones complementarias que, además de incrementar la seguridad jurídica de los concesionarios y favorecer la inversión en el sector, aporten definiciones, límites y criterios claros para regular eficientemente las actividades mineras en materia de residuos, emisiones y descargas que puedan afectar al medio ambiente.

Asimismo, se resalta la importancia de concluir la norma para presas de jales, actualmente publicada; contar con programas de manejo de las áreas naturales protegidas que regulen las actividades mineras en las zonas permitidas; promover la incorporación en los proyectos de técnicas de manejo y restauración ambiental; y favorecer el uso racional del recurso acuífero.

Si bien la actual administración no formuló un nuevo Programa Nacional de Desarrollo Minero, se continúa considerando como vigentes los objetivos y estrategias del Programa 2001-2006, de modo que se puede considerar que las políticas de planeación relativas a la actividad se incluyeron como parte del **Programa de Desarrollo Innovador 2013-2018** emitido por la Secretaría de Economía en 2013. Dicho plan menciona:

La situación que enfrenta actualmente el sector minero nacional, caracterizada por una tendencia decreciente en los precios de los minerales y volatilidad e incertidumbre en los mercados, plantea la necesidad de aprovechar de manera más amplia las oportunidades que ofrece la riqueza geológica del país, promoviendo el desarrollo sustentable y socialmente responsable en la exploración, extracción y procesamiento no solamente de metales preciosos, sino también la diversidad de metales industriales y minerales no metálicos que la caracterizan.

El Programa de Desarrollo Innovador 2013-2018 (PRODEINN) establece sus objetivos, estrategias y líneas de acción alineadas con lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, en el marco de los objetivos para el logro de las Metas Nacionales de un México Próspero y un México con Responsabilidad Global, así como de las estrategias transversales (Tabla III.7). Destaca, para el caso del presente Proyecto el Objetivo 4.8 de la Meta Nacional México Próspero y los objetivos del Programa de Desarrollo Innovador que se derivan.

Tabla III.7. Alineación de los objetivos sectoriales al Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.

META NACIONAL	OBJETIVO DE LA META NACIONAL	ESTRATEGIA(S) DEL OBJETIVO DE LA META NACIONAL	OBJETIVO PRODEINN 2013 - 2018
México Próspero	4.7. Garantizar reglas claras que incentiven el desarrollo de un mercado interno competitivo.	4.7.1 Apuntalar la competencia en el mercado interno. 4.7.2 Implementar una mejora regulatoria integral. 4.7.3 Fortalecer el sistema de normalización y evaluación de la conformidad con las normas. 4.7.4 Promover mayores niveles de inversión a través de una regulación apropiada y una promoción eficiente. 4.7.5 Proteger los derechos del consumidor, mejorar la información de mercados y garantizar el derecho a la realización de operaciones comerciales claras y seguras.	4. Promover una mayor competencia en los mercados y avanzar hacia una mejora regulatoria integral.
	4.8. Desarrollar los sectores estratégicos del país.	4.8.1. Reactivar una política de fomento económico enfocada en incrementar la productividad de los sectores dinámicos y tradicionales de la economía mexicana, de manera regional y	1. Desarrollar una política de fomento industrial y de innovación que promueva un crecimiento económico equilibrado por sectores, regiones y empresas.

		sectorialmente equilibrada. 4.8.2. Promover mayores niveles de inversión y competitividad en el sector minero. 4.8.3 Orientar y hacer más eficiente el gasto público para fortalecer el mercado interno.	2. Instrumentar una política que impulse la innovación en el sector comercio y servicios, con énfasis en empresas intensivas en conocimiento.
	4.8. Desarrollar los sectores estratégicos del país.	4.8.4. Impulsar a los emprendedores y fortalecer a las micro, pequeñas y medianas empresas. 4.8.5. Fomentar la economía social.	3. Impulsar a emprendedores y fortalecer el desarrollo empresarial de las MIPYMES y los organismos del sector social de la economía.

Siguiendo la misma tendencia, en un pasado cercano, destaca que el Programa Sectorial de Economía 2007-2012 incluyó entre sus objetivos algunas metas relativas a la competitividad económica y la sustentabilidad ambiental:

- Potenciar la productividad y competitividad de la economía mexicana para lograr un crecimiento económico sostenido y acelerar la creación de empleos.
- Integrar la conservación del capital natural del país con el desarrollo social y económico.

De manera particular, para la gran minería, dicho Programa definió cinco acciones dentro de la línea estratégica 3.2.6. Incrementar significativamente la inversión en el sector minero:

- a) Promover el sector minero a nivel nacional e internacional, a efecto de atraer importantes y crecientes volúmenes de inversión.
- b) Elaborar una cartera de proyectos estratégicos con viabilidad económica, política, social y logística, para la promoción de la inversión minera.
- c) Redefinir las acciones con un enfoque al consumidor, con el objetivo de generar procesos ágiles y efectivos para la promoción de la minería, así como para la atención y seguimiento de los inversores.
- d) Establecer una relación permanente con gobiernos estatales, con el fin de alinear los programas estatales de minería con la visión federal del sector.
- e) Implementar del Sistema Estratégico de Información y Seguimiento, para la correcta y funcional administración de la información útil del sector, los agentes, así como de la evolución del mercado nacional e internacional, para contribuir en la promoción del sector, y contar con información puntual para informes y/o reportes.

Destacan, asimismo, las acciones propuestas dentro de la línea estratégica 3.2.7. Reconversión de los productos del Servicio Geológico Mexicano para enfocarse a presentar información para el desarrollo económico y social:

- i. Generar y aplicar el conocimiento geológico del territorio nacional para promover la inversión.
- ii. Brindar capacitación y asesoría técnica como soporte a la minería.
- iii. Apoyar con información y conocimiento geocientífico a instituciones de los tres niveles de gobierno e inversionistas, para impulsar y coadyuvar en la atracción de nuevos capitales, así como para solucionar las demandas sociales en lo relacionado al uso óptimo del suelo y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables, aportando elementos técnicos en la toma de decisiones.
- iv. Promover productos y servicios enfocados al fomento de la inversión a efecto de alcanzar una oferta amplia y estratégica de productos y servicios.

III.6.4 PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES 2013-2018 (PROMARNAT)

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018 (PROMARNAT) indica que, aunque en los últimos años se ha robustecido el marco legal existente en materia ambiental, es necesaria una reingeniería que evalúe sus instrumentos normativos y regulatorios existentes.

Bajo ese contexto, recientemente, además del reconocimiento constitucional del derecho fundamental al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible (2012), se avanzó en la publicación de la Ley General de Cambio Climático (2012) y la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (2013); además se modificaron recientemente la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).

En el caso de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) del sector ambiental, actualmente están vigentes 111; para el caso de las Normas Mexicanas (NMX) están en la misma situación 141.

Es importante mencionar que el PROMARNAT ha elaborado sus objetivos, estrategias y líneas de acción en estricto alineamiento con lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 y en concordancia con los objetivos marcados para el logro de las Metas (Tabla III.8).

Los Ejes Estratégicos, dentro de sus competencias, establecen tanto estrategias como líneas de acción que comprenden los ámbitos económico, social, cultural, político, ambiental, de administración pública, de gobierno, de participación ciudadana, entre otros.

De particular interés para el desarrollo del Proyecto, resulta el Eje Estratégico 3 que indica:

Eje Estratégico 3. Economía con futuro: GOBIERNO IMPULSOR DE LAS POTENCIALIDADES REGIONALES Y LOS SECTORES EMERGENTES.

La prosperidad regional y sectorial es una tarea de todos los días; por ello, el principio de esta vertiente gira alrededor de crear una cultura competitiva anclada en el acceso de la información y el impulso al proceso de innovación; dichos atributos deberán acompañarse de un adecuado equilibrio social y ambiental. De lo que se trata es de impulsar una cultura emprendedora que genere oportunidades de negocios de forma continua.

En este Eje Estratégico se plantea una serie de retos que, de solventarse, ayudarán a impulsar -y en algunos casos reactivar- diversos sectores importantes para la economía estatal y nacional.

Así, resalta en el contexto amplio y se relaciona con el desarrollo del Proyecto y de las actividades de la UMPV, el **Reto 4. CONSOLIDAR EL LIDERAZGO DEL SECTOR MINERO DEL ESTADO DE SONORA**, y las diferentes estrategias y líneas de acción establecidas en el PED 2016-2012 para abordarlo.

- **ESTRATEGIA 4.1. Promover a Sonora como destino de inversión minera sustentable y de calidad.**

LÍNEAS DE ACCIÓN

- Participar en eventos promocionales, nacionales e internacionales, para captar el interés de las empresas de invertir en proyectos mineros con buenas prácticas.
- Promover la diversificación en la exploración y aprovechamiento de minerales, con énfasis en los de interés industrial.
- Apoyar actividades de exploración para la identificación de yacimientos de litio, tierras raras y minerales no metálicos.
- Establecer cadenas productivas.
- Fortalecer de las actividades del clúster minero e incentivar el desarrollo de proveeduría.

- **ESTRATEGIA 4.3 Realizar estudios que provean de información geológica, geoquímica y geofísica para impulsar proyectos mineros como opciones específicas de inversión.**

LÍNEAS DE ACCIÓN

- Ordenar, digitalizar y resumir de forma didáctica, el archivo histórico geológico-minero por región.
 - Elaborar estudios de prospección minera para evaluar su potencial y recomendar acciones para su desarrollo.
 - Asesorar y facilitar el acceso al nivel productivo, a proyectos de pequeña y mediana minería.
- **ESTRATEGIA 4.4 Incentivar y consolidar la proveeduría en el sector minero, así como la gestión de proyectos de preservación ambiental e impulso de nuevas tecnologías.**

LÍNEAS DE ACCIÓN

- Asesorar y capacitar a las empresas para el fortalecimiento del clúster minero.
 - Fomentar el desarrollo y financiamiento de proveedores del sector minero, utilizando fondos de programas federales y estatales.
 - Capacitar y asesorar a la pequeña y mediana minería en temas de medio ambiente.
 - Promover la realización de convenios de colaboración entre universidades y tecnológicos con la industria minera.
- **ESTRATEGIA 4.5 Promover financiamiento para plantas de beneficio y centros de acopio minero.**

LÍNEAS DE ACCIÓN

- Apoyar en la gestión de financiamiento para la instalación de plantas de beneficio, así como para capital de trabajo.
 - Promover con asociaciones y municipios la compra de producción a pequeños mineros a través de centros de acopio.
- **ESTRATEGIA 4.6 Fomentar el desarrollo de la pequeña y mediana minería, así como de la minería en el sector social.**

LÍNEAS DE ACCIÓN

- Brindar asesoría integral a mineros pequeños, medianos y del sector social.
- Detectar y promover recursos financieros para proyectos de pequeña minería y minería social.

- **ESTRATEGIA 4.7 Vigilar que se cumpla la normatividad institucional para el sector y mejorar los procesos de atención a trámites relacionados con las concesiones mineras.**

LÍNEAS DE ACCIÓN

- Generar un manual de trámites mineros para uso público y asesorar a pequeños y medianos mineros en su utilización.
 - Generar y ejecutar procedimientos de revisión continua de la aplicación de la normativa minera.
- **ESTRATEGIA 4.8 Promover y fortalecer el desarrollo sustentable en las regiones directamente impactadas por la actividad minera.**

LÍNEAS DE ACCIÓN

- Propiciar un desarrollo sustentable y de la minería sonorense a través de la participación de todos los actores que intervienen en la promoción y fomento.
- Promover las buenas prácticas en materia de proceso minero, protección ambiental y seguridad laboral en las empresas mineras.
- Coordinar y vigilar la aplicación en tiempo y forma de los recursos financieros asociados al impuesto especial de minería o cualquier otro financiamiento gubernamental dirigido a incentivar y fortalecer el desarrollo sustentable de comunidades y regiones con actividad minera.

Basados en lo anterior, y en congruencia con la política, principios y estrategias de la empresa en relación con el desarrollo sustentable y la responsabilidad social, las operaciones realizadas desde inicios del desarrollo minero en la zona han aportado a la micro-región, condiciones que favorecen un desarrollo equilibrado y mejores condiciones.

Considerando que el Proyecto pretendido podrá dar continuidad al crecimiento económico de la región, la empresa ha previsto fortalecer su presencia y actividad dentro de las comunidades cercanas mediante la continuidad de acciones de apoyo en los rubros de educación, salud, conservación ambiental y asistencia médica y social.

Al igual que el sistema ambiental, el Proyecto *Tepetatera Oeste-Fase 2* se encuentra dentro de la cuenca hidrológico –forestal Río Mayo “A”, en la Región Hidrológica (RH) Sonora Sur, que comprende parte de los estados de Chihuahua y Sonora; de éste abarca los municipios de Navojoa, Etchojoa, Huatabampo, Quiriego, Rosario y Álamos (CONAGUA, 2008), a una distancia aproximada de 100 km en línea recta de Ciudad Obregón. Localmente, los poblados más cercanos son Nuevo Piedras Verdes y San José del Tábelo.

La superficie comprendida en el presente Proyecto está conformada por 47.5502 ha. El sitio del Proyecto se encuentra actualmente en terrenos desocupados, adyacentes a la Unidad Minera Piedras Verdes (Figura IV.1).

IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA)

IV.2.1 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD DEL SA

Para efectos del análisis del Sistema Ambiental, se considera tanto el área de influencia directa del Proyecto como la indirecta, de acuerdo con los siguientes criterios:

- El área de influencia directa del Proyecto, referida a la superficie de 47.5502 ha donde se realizará el cambio de uso de suelo de terrenos forestales y en la que se conformará la tepetatera.
- El área de influencia indirecta de las actividades, que abarca a todo Sistema Ambiental definido para el proyecto, con 28, 874.6132 ha de superficie, dentro del cual podrán manifestarse algunos efectos indirectos del Proyecto y cuya localización se ilustra en la Figura IV.1 de este documento.

IV.2.1.1 MEDIO ABIÓTICO

CLIMA

Aproximadamente el 95 % del territorio sonorense presenta climas muy secos, secos y semisecos que se caracterizan por su alta temperatura y escasa precipitación. Como consecuencia de lo anterior, es en este estado donde se localiza la zona más árida del país: el Desierto de Altar.

La influencia altitudinal de la Sierra Madre Occidental sobre las regiones restantes del estado, al oriente de la entidad, se manifiesta a través de temperaturas menos extremas y lluvias más

abundantes con respecto a las de las zonas muy secas, secas y semisecas. En general, a nivel estatal hay poca disponibilidad de agua.

Los cuatro grupos climáticos existentes son: seco desértico (BW); semisecos (BS); subhúmedos (AC) y templados (Cw). Los climas templados subhúmedos se encuentran restringidos a las porciones más altas del estado, como la región de Yécora y partes pequeñas de las sierras al norte de Cananea. El estado cuenta con climas templados en una franja al sureste, en los límites de Chihuahua.

De acuerdo con la carta climática del INEGI (2000), los climas predominantes en el sistema ambiental (también denominado como microcuenca) definido para el Proyecto son de tipo semiseco, con lluvias en verano (Figura IV.3); se presentan dos diferentes tipos climáticos que, de acuerdo a la clasificación Climática de Köppen modificada por García (1988), son:

- **BS₁hw.** Semiseco, semicálido, temperatura media anual mayor de 18 °C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22 °C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5 % al 10.2 % del total anual
- **BS₁(h')hw.** Clima semiseco estepario (el menos seco de los secos), cálido. La temperatura media anual es superior a los 22 °C y del mes más frío menor a 18 °C. El régimen de lluvias es de verano (el mes de máxima precipitación cae dentro del período de mayo-octubre) y el porcentaje de lluvia invernal está entre de 5 y 10.2 % del total anual.

Clima en el área del proyecto

De acuerdo a la clasificación de Köppen modificada por García, para la zona del Proyecto el tipo de clima predominante es el clima **BS₁(h')hw**; clima semiseco, cálido (Figura IV.2).

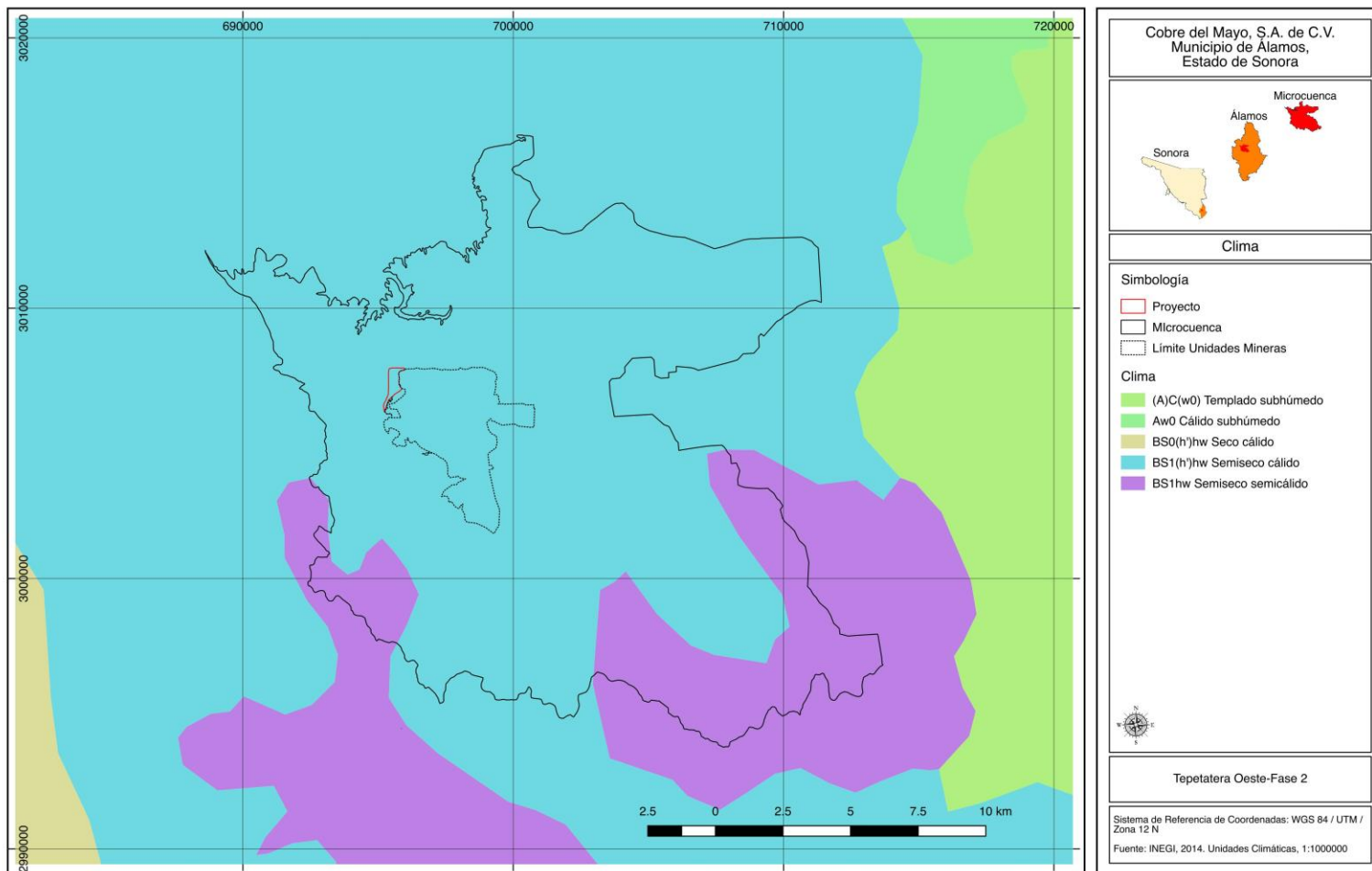


Figura IV.2. Tipos climáticos presentes en el SA (microcuenca) y área del Proyecto.

La zona donde se localiza el Proyecto, presenta una temperatura media mensual máxima de 27.5 °C, en junio y julio, y una media mensual mínima de 18.6 °C en enero. Se llega a tener temperaturas máximas de 49.5 °C y temperaturas mínimas de -4 °C. La temperatura media anual es de 23.1 °C (Figura IV.4).

Para la localidad donde se establece el Proyecto se tomaron como referencia los datos de la Estación Meteorológica 00026053 Minas Nuevas en el municipio de Álamos del Servicio Meteorológico Nacional en latitud 27°03'34" N, longitud 109°00'23" W y altitud 480.0 m. Los meses más cálidos son junio y julio mientras que los más fríos son diciembre, enero y febrero (Tabla IV.2).

Figura IV.4. Temperatura promedio mensual de la Estación Meteorológica 00026053.

Tabla IV.2. Temperaturas (°C) extremas mensuales y promedio anual, para el periodo 1951 al 2010.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Mínima	5.2	6.4	7.2	10.1	11.4	16.7	18.5	16.2	18.3	13.7	9.9	4.7	15.5
Máxima	30.6	33.6	35.5	37.5	41.1	42.2	38.7	38.3	38.8	36.7	34.4	32.5	31.4

Respecto a las temperaturas extremas, los datos de la estación meteorológica Minas Nuevas tienen como registro extremo una temperatura máxima de 42.2 °C para junio de 1960. En cuanto a las temperaturas mínimas, el dato más extremo, del que se tiene registro, fue en enero de 1953 cuando la temperatura descendió a 4.7 °C; en promedio las temperaturas mínimas rara vez descienden a menos de 11 °C.

va de media a alta generalizada. En su porción centro se identifica la presencia de arenisca y conglomerado, también con una permeabilidad media. Finalmente, al norte del sistema ambiental la configuración geológica es del Pleistoceno reciente, conformado por roca ígnea además de gravas arenas y limos, con permeabilidad de media a alta.

Localmente, en el área de Proyecto, la configuración geológica pertenece al terciario continental, cenozoico superior e inferior, con presencia de roca ígnea intrusiva, con permeabilidad de media a alta generalizada (Figura IV.7). El depósito mineral de Cobre del Mayo es un yacimiento de cobre tipo pórfido cuprífero, alargado en una dirección E-W en la que se extiende por 4 km, mientras que su anchura es aproximadamente de 500 m.

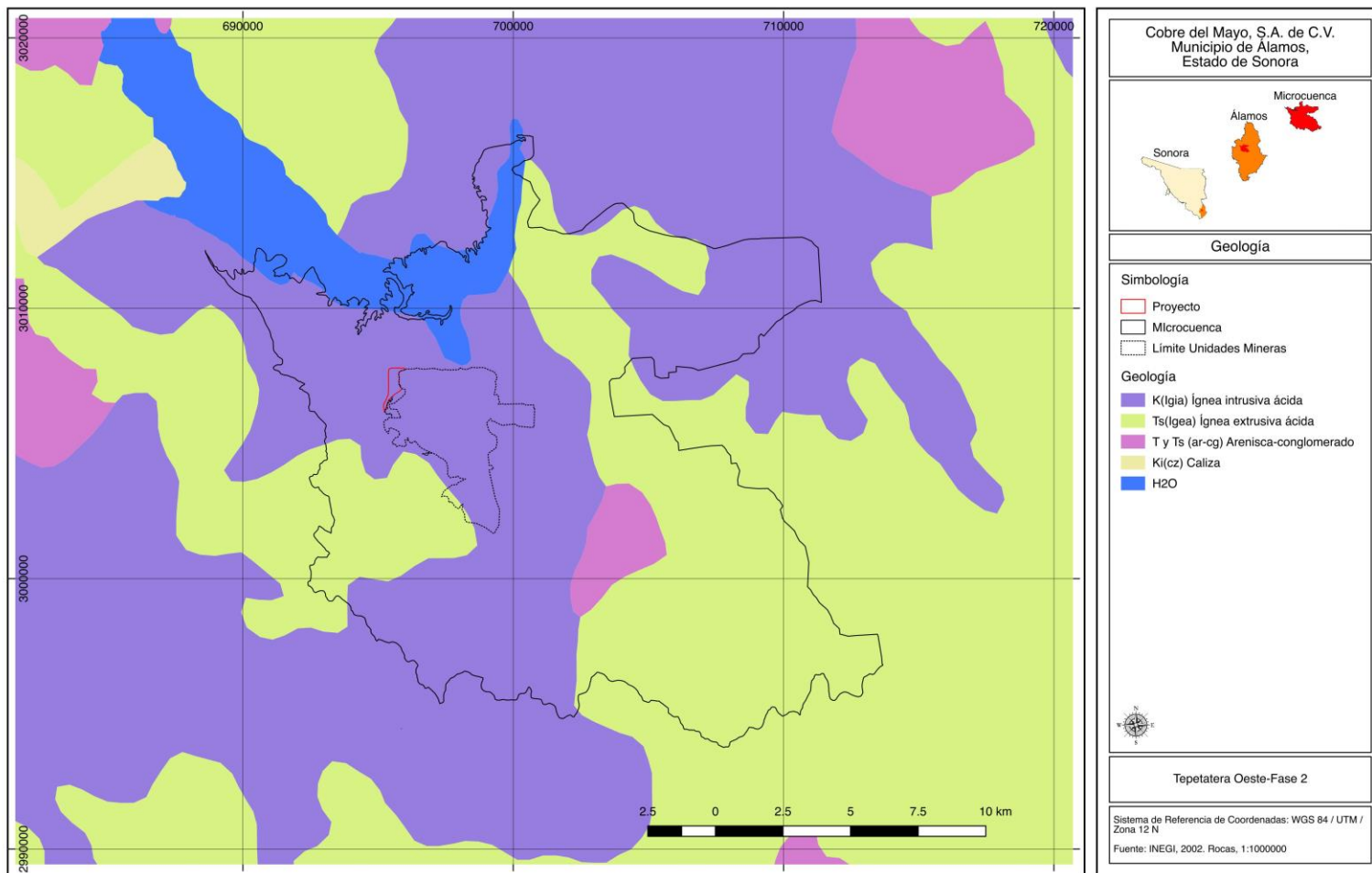


Figura IV.7. Geología de la microcuenca definida para el Proyecto.

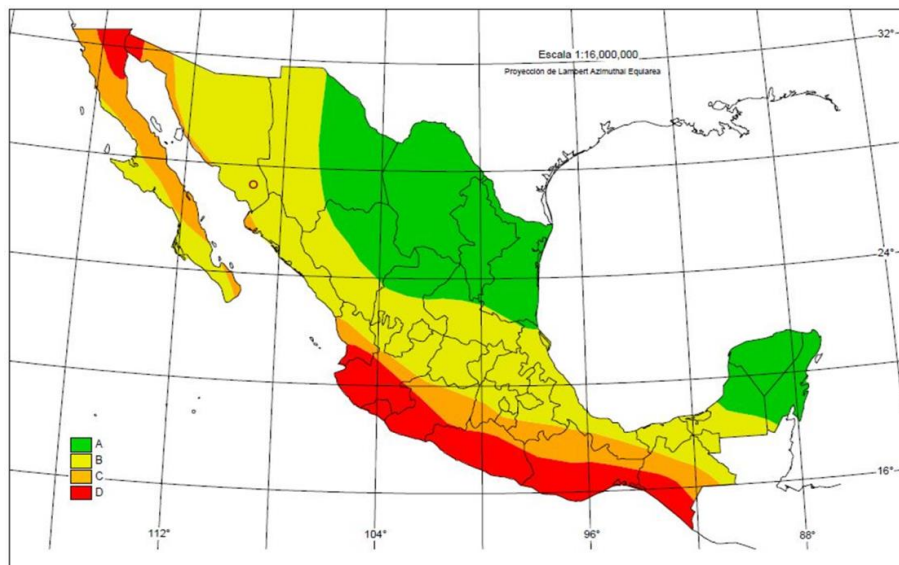


Figura IV.10. Zonas sísmicas de la república mexicana. El círculo rojo señala la ubicación aproximada del SA definido para el Proyecto.

Deslizamientos y Derrumbes/Actividad Volcánica

De acuerdo con el mapa de riesgos del CENAPRED, en relación a riesgos geo-edafológicos, la zona donde se localiza el SA no presenta condiciones de riesgo por fenómenos naturales de deslizamientos de tierra. El área no presenta riesgo por derrumbes, a no ser por pequeños deslizamientos de material suelto por laderas. La zona no es susceptible de actividad volcánica y no hay evidencia en la región de que esté activo algún proceso de extrusión de magmas.

SUELOS EN EL SISTEMA AMBIENTAL Y ÁREA DE PROYECTO

De acuerdo al INEGI (2009) y con base en las Cartas Edafológicas (escala 1:250 000) los suelos dominantes a nivel municipal son el Regosol, Leptosol y Phaeozem (Tabla IV.3 y Figura IV.11). Los suelos presentes en el SA y área del Proyecto corresponden a Leptosol, Regosol y Phaeozem (Figura IV.12).

Tabla IV.3. Suelos dominantes del municipio de Álamos, Sonora

TIPO DE SUELO	PORCENTAJE DE EXTENSIÓN
Regosol	35.74
Leptosol	26.83
Phaeozem	25.57
Cambisol	3.97
Luvisol	2.62
Vertisol	2.62
Kastañozem	0.60
Fluvisol	0.46

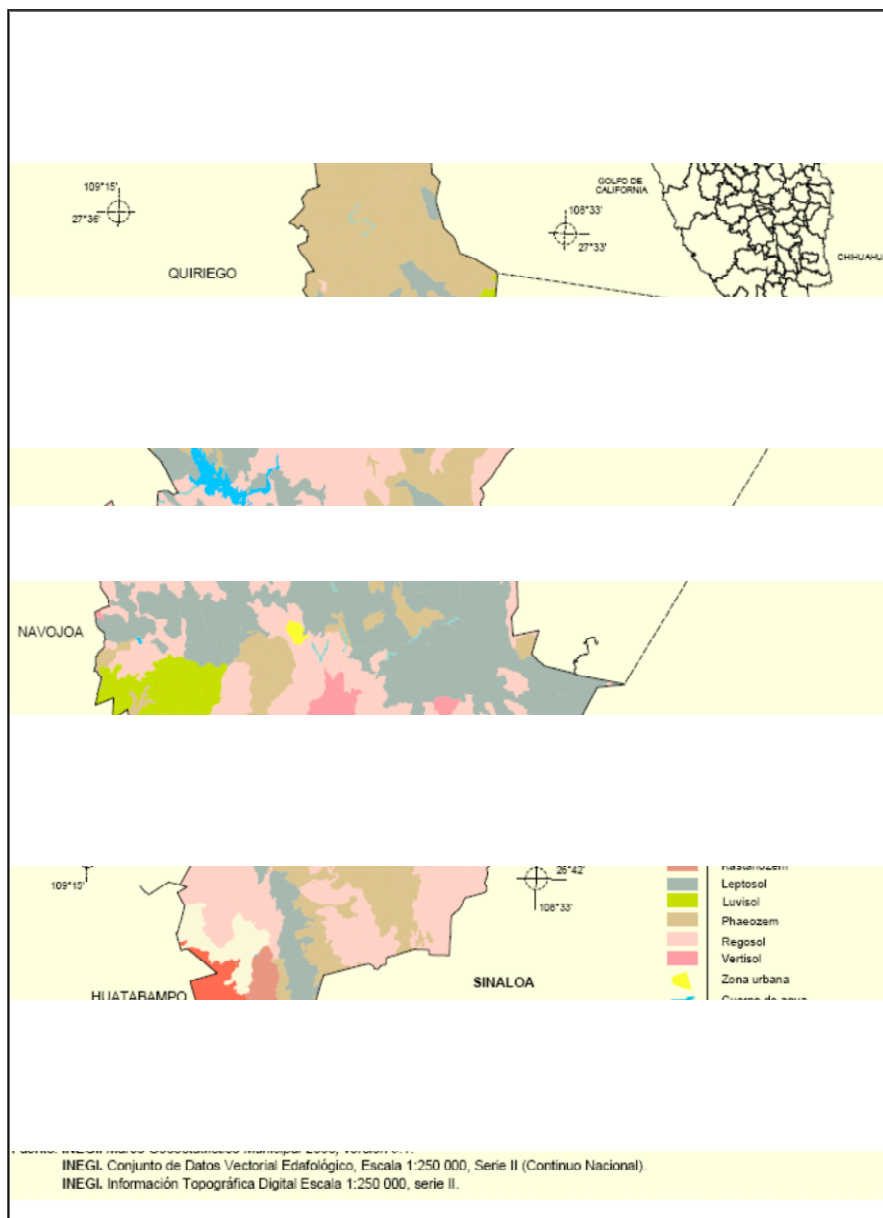


Figura IV.11. Tipos de suelo en el municipio de Álamos, Sonora.

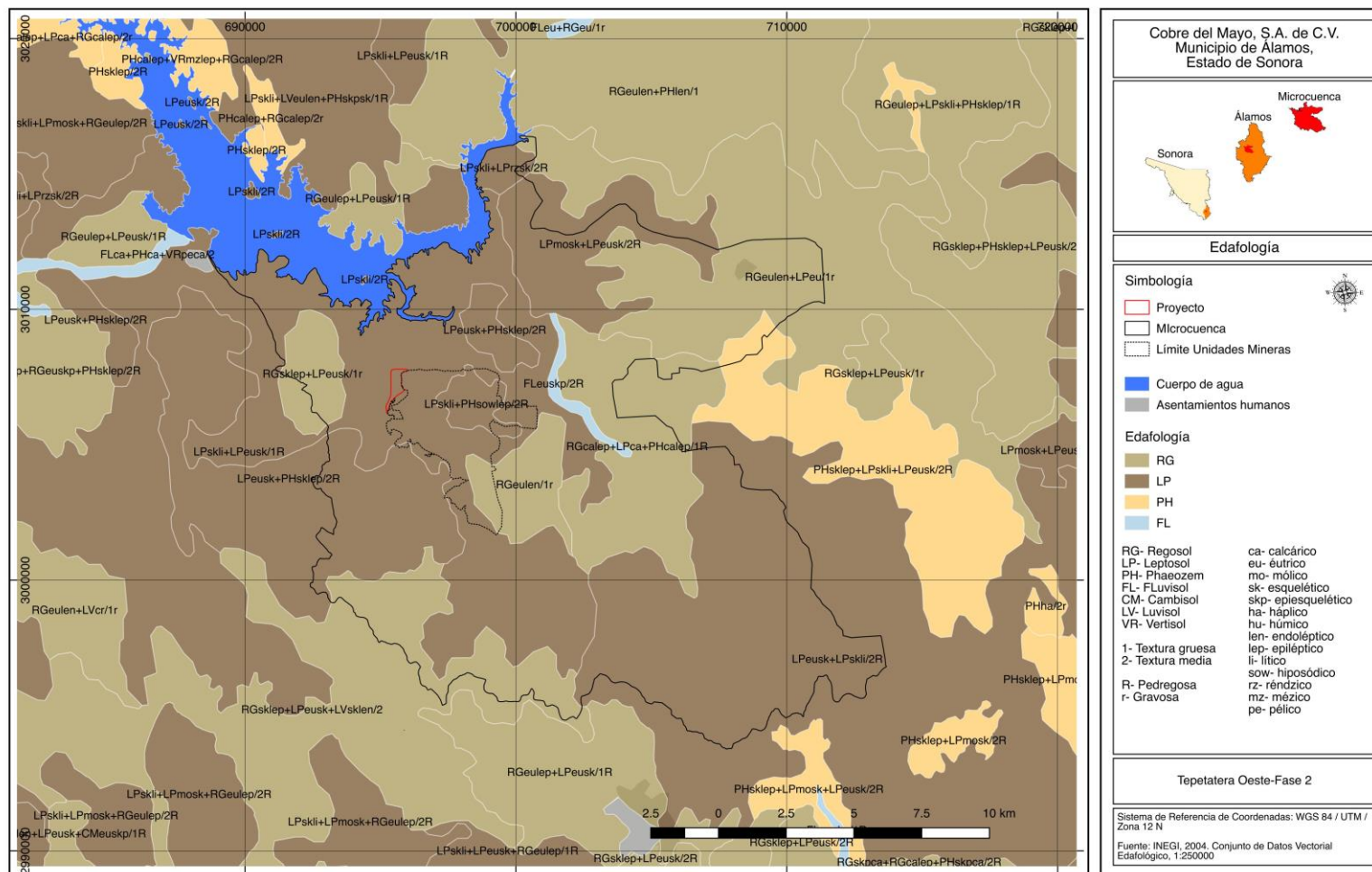


Figura IV.12. Tipos de suelo en el SA y área de Proyecto.

Figura IV.13. Ubicación del SA (microcuenca) definida para el Proyecto, dentro de la Subcuenca Río Mayo—Presa Adolfo Ruiz Cortines.

Escurrecimientos de la microcuenca

De sur a norte, sobre la trayectoria general del arroyo El Tepustete, el terreno local constituye un pequeño valle, surcado por lomeríos suaves flanqueados por los sistemas de sierras aisladas. Este valle se ubica aproximadamente a 240 msnm, está constituido principalmente por suelos gruesos de poca profundidad y contiene los predios que localmente se destinan preferentemente a la agricultura de temporal y a pastizales inducidos o cultivados que soportan la ganadería extensiva.

Esta conformación topográfica se traduce en un corredor de escurrimientos pluviales, que baja por el valle anteriormente citado y se encauza hacia la presa Adolfo Ruiz Cortines. El modelo tridimensional representado en la Figura IV.15 muestra, exagerando el eje de la altura, la tendencia general de los escurrimientos actuales.

El arroyo El Tepustete, drena un área total de 58.1 km² los que se subdividen de la siguiente forma: 32.4 km² del arroyo El Tepustete, 16.8 km² del arroyo Agua Tapada y 8.9 km² del arroyo La Higuera.

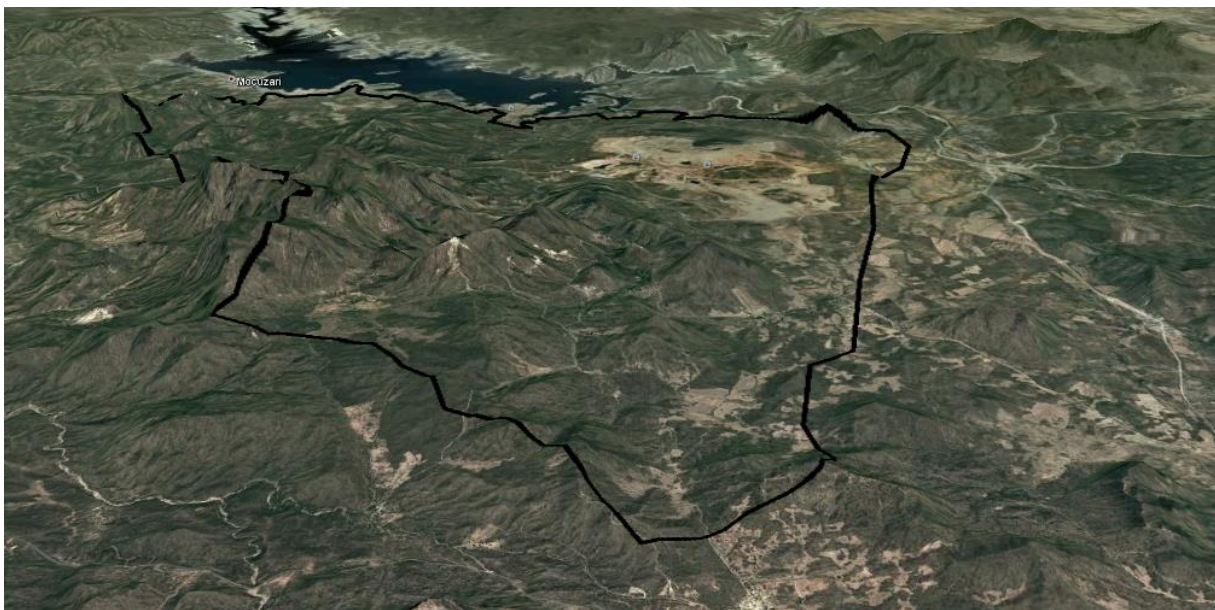


Figura IV.15. Modelo tridimensional en el que se muestra la zona de la presa Mocúzari con respecto a la unidad minera Piedras Verdes.

Para evitar que los escurrimientos afecten las actividades de la actual operación de la unidad minera Piedras Verdes, se han realizado obras de encauzamiento de los arroyos intermitentes

valor sobresale en cuanto a la cantidad de organismos coliformes fecales (OCF) y es derivado de la constante descarga de aguas residuales en los poblados.

Por otro lado, se detectan valores elevados de sólidos disueltos totales como el aluminio y el hierro, pero conforme a los datos históricos, estos valores no han sufrido variación.

Para el agua subterránea, los valores altos en cuanto sólidos disueltos totales y coliformes fecales y totales, hacen que no sea confiable para consumo humano.

IV.2.1.2 ELEMENTOS DEL MEDIO BIÓTICO

VEGETACIÓN

México es considerado uno de los países mega diversos, a nivel mundial ocupa el cuarto lugar por el número de especies que alberga en sus casi dos millones de hectáreas, se ha estimado - dependiendo del autor- que el país presenta el 10.4 % ($\approx 20,000 - 21,600$ spp.) de la flora fanerogámica. La diversidad de México está representada, además, por una gran variedad de ecosistemas que incluyen zonas marinas, costeras, altas montañas, zonas áridas y bosques tropicales (Mittermeier y Mittermeier, 1992; Rzedowski, 1992; Dirzo, 1992).

Entre las causas que hacen de México un país de gran diversidad biológica están la topografía, la variedad de climas y una compleja historia tanto geológica y biológica, así como cultural. Estos factores han contribuido a formar un mosaico de condiciones ambientales y micro ambientales que promueven una gran variedad de hábitats y de formas de vida (Sarukhán, Soberón y Larson-Guerra, 1996).

Vegetación en el Sistema Ambiental

Desde el punto de vista florístico, la cuenca del río Mayo pertenece a la región Mesoamericana de Montaña, donde se presenta la confluencia del reino florístico Holártico (los géneros arbóreos, principalmente) y el Neotropical (los del sotobosque). Sin embargo, hay una predominancia de los primeros sobre los segundos.

En la cuenca del río Mayo se presentan los siguientes tipos de vegetación:

1. Manglar y dunas costeras, típicos de la costa sonorense.
2. Matorral sarcocaulé, mezquital y selva baja caducifolia, la cual se desarrolla con el aumento de altitud y corresponde a la comunidad más septentrional del continente americano.

3. Bosques de encino, de pino-encino y pino, en su parte más serrana.
4. Vegetación riparia, que se desarrolla en los cañones, arroyos y barrancas de la cuenca.
5. Pastizal inducido.

La vegetación natural reportada como predominante en el sistema ambiental definido para el Proyecto corresponde al bosque tropical caducifolio (Rzedowski, 1978) o selva baja caducifolia (Miranda y Hernández X., 1963) (Figura IV.16), ocupando una superficie de 19, 050.44 ha. La selva baja caducifolia del SA se desarrolla en un piso altitudinal que va de los 750 a los 250 msnm y, tal como lo señalan Rzedowski (1978) y Lott *et al.* (1987), se mantiene sobre suelos someros pedregosos en laderas de lomeríos.

En la superficie restante del sistema ambiental prevalece el uso de suelo para agricultura de temporal, el pastizal inducido y el uso de suelo minero (Figura IV.16), en estos sitios -con excepción del uso de suelo minero- destaca la ausencia de elementos arbóreos propios de la selva, lo que da lugar a la dominancia de elementos arbustivos de especies como *Acacia cymbispina*, *A. constricta*, *Mimosa brandegei* y opuntias.

Figura IV.16. Tipo de vegetación presente en el Sistema Ambiental (Microcuenca) definido para el Proyecto.

Selva Baja Caducifolia

La Selva Baja Caducifolia es el tipo de selva más ampliamente distribuida en México, también llamado Bosque Tropical Caducifolio, abarca aproximadamente 60 % del total de las comunidades tropicales. Se distribuye en laderas de sierras y lomeríos desde el Estado de Sonora hasta Chiapas, de forma casi continua en la vertiente del Pacífico con excepción de las zonas húmedas de Oaxaca y Nayarit y con entrantes importantes en las cuencas del río Santiago y Balsas. Altitudinalmente, se encuentra desde el nivel del mar a los 1,700 msnm (Trejo, 1998; Pennington y Sarukhán, 2005).

Se presenta en el límite térmico e hídrico de los tipos de vegetación de las zonas cálido-húmedas (Pennington y Sarukhán, 2005), en climas semicálidos subhúmedos a los semiáridos cálidos (Trejo, 1998). Las temperaturas medias anuales están entre los 18° C y 28° C. La precipitación va de poco más de 350 mm a 1,500 mm anuales según Trejo (1998); sin embargo, Pennington y Sarukhán (2005) mencionan un máximo de 1,200 mm y 800 mm comúnmente. La característica particular de esta selva es el periodo de secas, que puede llegar a durar hasta 7 y 8 meses, por lo que las especies vegetales pierden sus hojas durante este periodo (Ibíd.).

La Selva Baja Caducifolia en estado natural o con escasa perturbación es una comunidad densa en la época favorable, con árboles entre 5 y 15 m de altura, frecuentemente entre 8 y 12 m; sin embargo, se pueden observar elementos aislados de altura sobresaliente. Una parte importante de las especies presentes tienen cortezas de color llamativo y exfoliantes, así como la predominancia de hojas compuestas nanófilas en la categoría de Raunkiaer. El estrato con arbustos suele ser abundante sólo en áreas de poca cobertura de árboles, hasta estar ausentes en condiciones de penumbra. El estrato herbáceo está casi ausente en comunidades bien conservadas. Las trepadoras y epífitas son raras, a pesar de ello pueden ser observadas en áreas protegidas y de mayor humedad como cañadas. Por otra parte, los elementos espinosos son poco abundantes en comunidades conservadas (Rzedowski, 1978).

Florísticamente, se estiman 6,000 especies en la Selva Baja Caducifolia del país, entre las cuales 40 % (2,400 sp.) son consideradas endémicas (Flores y Gerez, 1994). Trejo (1998) documentó a partir de trabajo de campo en veinte zonas de 1,000 m² con presencia de Selva Baja Caducifolia a lo largo del territorio nacional, la presencia de 368 géneros y 76 familias de especies vasculares. Entre los géneros mejor representados se encuentran *Bursera*, *Acacia*, *Croton*, *Mimosa*, *Euphorbia*, *Ipomoea*, *Jathropha*, *Lonchocarpus*, *Randia* y *Cordia*. Otros

como arbolado joven, con una categoría diamétrica que va de los 25 a los 35 cm; y el 11% como arbolado maduro, con una categoría diamétrica mayor a los 35 cm (Figura IV.18).

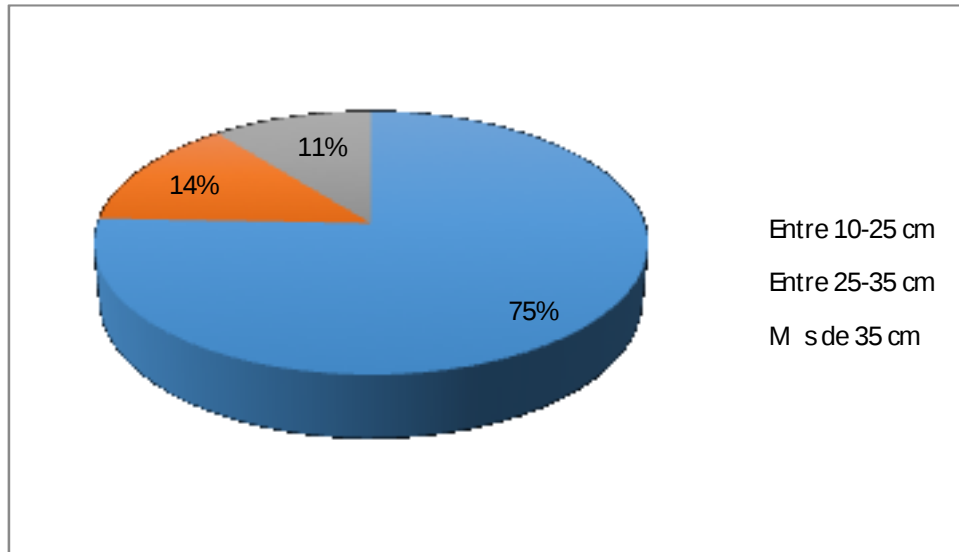


Figura IV.18. Categorización diamétrica de los árboles presentes en el SA definido para el Proyecto.

Los elementos del estrato arbóreo presentan una altura que va de los 2 a los 15 m. El 13% tiene alturas menores a los 5 m, el 83% entre los 5 y 10 m, y el 4% presenta alturas mayores a los 10 m (Figura IV.19).

Figura IV.19. Categorización de alturas de los individuos del estrato arbóreo presentes en el SA definido para el Proyecto.

El estrato arbustivo presenta una densidad 2 565 individuos por hectárea, donde el 74% presenta alturas mayores a 1.5 m (Figura IV.20).

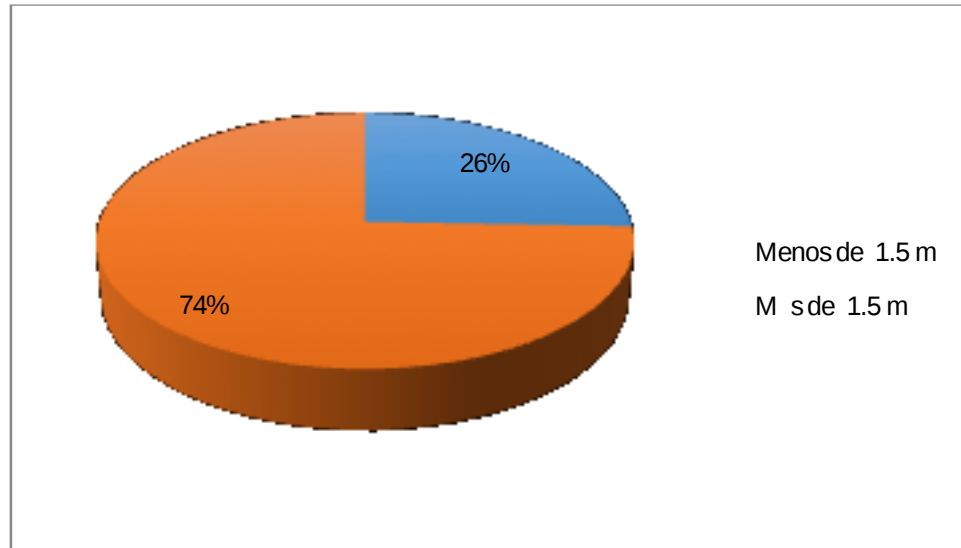


Figura IV.20. Categoría de alturas en el estrato arbustivo de la micocuenca definida para el Proyecto.

Dentro de este mismo estrato se presentan además individuos de forma de vida cactoide, con una densidad de 570 individuos por hectárea.

En el estrato arbóreo las especies con mayor valor de importancia, tomando en cuenta su dominancia, frecuencia y abundancia relativas, son *Jatropha cordata*, *Bursera filicifolia*, y *Lysiloma divaricatum*. La Tabla IV.7 presenta los valores de dominancia, abundancia, frecuencia y valor de importancia de las especies arbóreas en el SA definido para el Proyecto. La memoria de los cálculos se presenta en el Anexo 3 (Información Técnica).

Tabla IV.7. Índice de Valor de Importancia (V.I.) para las especies arbóreas registradas en el SA definido para el Proyecto. D=dominancia; A=abundancia y F=frecuencia.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	D	A	F	V. I.
Fabaceae	<i>Acacia cymbispina</i>	1.73	3.91	4.83	10.48
Fabaceae	<i>Brongniartia alamosana</i>	0.14	0.24	0.25	0.64
Burseraceae	<i>Bursera filicifolia</i>	20.11	14.45	14.25	48.81
Burseraceae	<i>Bursera lancifolia</i>	0.91	1.30	1.02	3.23
Burseraceae	<i>Bursera laxiflora</i>	0.17	0.47	0.51	1.15
Fabaceae	<i>Caesalpinia palmeri</i>	0.40	1.66	2.04	4.10
Fabaceae	<i>Caesalpinia platyloba</i>	0.51	1.42	2.29	4.23
Fabaceae	<i>Caesalpinia sp.</i>	0.13	0.95	0.25	1.34
Bombacaceae	<i>Ceiba acuminata</i>	6.90	3.79	5.09	15.78
Boraginaceae	<i>Cordia sonora</i>	0.68	0.47	0.76	1.91
Fouquieriaceae	<i>Fouquieria macdougalii</i>	4.10	11.37	5.34	20.81
Zygophyllaceae	<i>Guaiaacum coulteri</i>	2.98	4.62	6.36	13.97

Estado de conservación de la vegetación en el Sistema Ambiental

Los diferentes tipos de vegetación encontrados en el sistema ambiental definido para el Proyecto muestran grados de conservación variable, situación que ha sido influenciada principalmente por las actividades antropogénicas. Así, se puede encontrar desde manchones relativamente bien conservados hasta la presencia dominante de vegetación secundaria: esta segunda situación se debe principalmente a la agricultura, la ganadería y las actividades extractivas.

VEGETACIÓN EN EL ÁREA DE PROYECTO

De acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación de INEGI Serie II, el tipo de uso de suelo potencial para la poligonal proyectada es de selva baja caducifolia; en campo se constató que, además de selva baja caducifolia, en el extremo norte de la zona del Proyecto, se tiene presencia de vegetación secundaria de selva baja caducifolia, donde la ausencia de elementos arbóreos propios de la vegetación madura da lugar a la dominancia de elementos arbustivos.

Previo al muestreo de vegetación se revisaron imágenes digitales, planos generados a partir de la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI, planos con la ubicación del Proyecto, y reportes de flora de la zona; posteriormente se realizó un recorrido por la zona del Proyecto para cotejar la información recabada y determinar el grado de conservación de la vegetación.

Con base en lo anterior se identificaron para el estudio 16 sitios de muestreo, con un área de 500 m², alcanzando una intensidad de muestreo mayor al 1.7 % del área considerada dentro del Proyecto.

En las zonas de muestreo se colectaron ejemplares de las distintas especies, para el listado florístico, y se tomaron datos estructurales de los árboles con DAP $\geq$ 10 cm. De ellos se estimó el valor de importancia y el índice de diversidad por especie. El valor de importancia se estimó a partir de la dominancia, calculada con el área basal, la abundancia y la frecuencia.

Además, en cada zona de muestreo se registraron variables abióticas (altitud, exposición, inclinación, porcentaje de suelo descubierto, porcentaje de hojarasca y porcentaje de pedregosidad), que complementaron la descripción y análisis del área de estudio.

Especies registradas

En la zona del Proyecto se registraron 53 especies, pertenecientes a 43 géneros de 24 familias (Tabla IV.11).

Tabla IV.11. Listado florístico de las especies registradas para el Proyecto.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059-SEMARNAT-2010	Uso
Acanthaceae	<i>Elytraria imbricata</i>	-	Herbáceo
Acanthaceae	<i>Ruellia sp.</i>	-	Herbáceo
Anacardiaceae	<i>Spondias sp.</i>	-	Arbóreo
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	-	Arbóreo
Asteraceae	<i>Ambrosia sp.</i>	-	Herbáceo
Asteraceae	<i>Croton sonora</i>	-	Arbustivo
Bignoniaceae	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	-	Arbóreo
Bombacaceae	<i>Ceiba acuminata</i>	-	Arbóreo
Boraginaceae	<i>Cordia sonora</i>	-	Arbóreo
Burseraceae	<i>Bursera lancifolia</i>	-	Arbóreo
Burseraceae	<i>Bursera laxiflora</i>	-	Arbóreo
Cactaceae	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	-	Cactáceo
Cactaceae	<i>Mammillaria alamosensis</i>	-	Cactáceo
Cactaceae	<i>Opuntia ficus-indica</i>	-	Cactáceo
Cactaceae	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	-	Cactáceo
Cactaceae	<i>Pereskia porteri</i>	-	Cactáceo
Cactaceae	<i>Stenocereus alamosensis</i>	-	Cactáceo
Cactaceae	<i>Stenocereus thurberi</i>	-	Cactáceo
Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i>	-	Arbustivo
Convolvulaceae	<i>Ipomoea arborescens</i>	-	Arbóreo
Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i>	-	Herbáceo
Cucurbitaceae	<i>Apodanthera undulata</i>	-	Herbáceo
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita sp.</i>	-	Herbáceo
Euphorbiaceae	<i>Croton ciliato-glandulosus</i>	-	Arbustivo
Euphorbiaceae	<i>Croton sp.</i>	-	Arbustivo
Euphorbiaceae	<i>Jatropha cardiophylla</i>	-	Arbustivo
Euphorbiaceae	<i>Jatropha cordata</i>	-	Arbóreo
Fabaceae	<i>Acacia constricta</i>	-	Arbustivo
Fabaceae	<i>Acacia cymispina</i>	-	Arbustivo
Fabaceae	<i>Brongniartia alamosana</i>	-	Arbóreo
Fabaceae	<i>Caesalpinia platyloba</i>	-	Arbóreo
Fabaceae	<i>Caesalpinia sp.</i>	-	Arbóreo
Fabaceae	<i>Cercidium praecox</i>	-	Arbóreo
Fabaceae	<i>Haematoxylon brasiletto</i>	-	Arbóreo
Fabaceae	<i>Lysiloma divaricatum</i>	-	Arbóreo
Fabaceae	<i>Mimosa distachya</i>	-	Arbustivo
Fabaceae	<i>Mimosa laxiflora</i>	-	Arbustivo
Fabaceae	<i>Piscidia mollis</i>	-	Arbóreo
Fabaceae	<i>Prosopis articulata</i>	-	Arbóreo
Fabaceae	<i>Senna atomaria</i>	-	Arbóreo
Fabaceae	<i>Senna pallida</i>	-	Arbustivo
Fouquieriaceae	<i>Fouquieria macdougalii</i>	-	Arbóreo
Lamiaceae	<i>Hyptis sp.</i>	-	Arbustivo
Malpighiaceae	<i>Malpighia emarginata</i>	-	Arbustivo
Poaceae	<i>Cenchrus ciliaris</i>	-	Herbáceo
Poaceae	<i>Rhynchelytrum repens</i>	-	Herbáceo
Poligonaceae	<i>Antigonon leptopus</i>	-	Herbáceo
Portulacaceae	<i>Portulaca sp.</i>	-	Herbáceo
Rubiaceae	<i>Randia echinocarpa</i>	-	Arbustivo
Rubiaceae	<i>Randia thurberi</i>	-	Arbustivo
Solanaceae	<i>Lycium sp.</i>	-	Arbustivo
Teophrastaceae	<i>Jacquinia pungens</i>	-	Arbóreo
Zygophyllaceae	<i>Guaiacum coulteri</i>	A	Arbóreo

Figura IV.24. Categoría de alturas en el estrato arbustivo del Proyecto.

Dentro de este mismo estrato se presentan además individuos de forma de vida cactoide con una densidad de 543 individuos por hectárea.

VALOR DE IMPORTANCIA

En el estrato arbóreo las especies arbóreas con mayor valor de importancia, tomando en cuenta su dominancia, frecuencia y abundancia relativas son *Jatropha cordata*, *Lysiloma divaricatum* y *Guaiaecum coulteri*. La Tabla IV.12 presenta los valores de dominancia, abundancia y valor de importancia de las especies arbóreas para el área de Proyecto. La memoria de los cálculos se presenta en el Anexo 3 (Información Técnica).

Tabla IV.12. Índice de Valor de Importancia (V.I.) para las especies arbóreas registradas en el Proyecto.
D=dominancia; A=abundancia y F=frecuencia.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	D	A	F	V. I.
Fabaceae	<i>Brongniartia alamosana</i>	1.60	0.99	1.61	4.20
Burseraceae	<i>Bursera lancifolia</i>	7.43	8.87	6.45	22.75
Burseraceae	<i>Bursera laxiflora</i>	8.29	10.84	6.45	25.58
Fabaceae	<i>Caesalpinia platyloba</i>	1.70	3.45	6.45	11.60
Fabaceae	<i>Caesalpinia sp.</i>	3.25	6.40	6.45	16.10
Bombacaceae	<i>Ceiba acuminata</i>	7.91	1.97	3.23	13.10
Fabaceae	<i>Cercidium praecox</i>	0.63	0.49	1.61	2.74
Boraginaceae	<i>Cordia sonora</i>	1.86	2.46	3.23	7.55
Fouquieriaceae	<i>Fouquieria macdougalii</i>	4.62	5.42	8.06	18.10
Zygophyllaceae	<i>Guaiaecum coulteri</i>	6.92	14.29	11.29	32.49
Fabaceae	<i>Haematoxylon brasiletto</i>	0.23	0.49	1.61	2.34
Convolvulaceae	<i>Ipomoea arborescens</i>	3.36	0.49	1.61	5.46
Teophrastaceae	<i>Jacquinia pungens</i>	1.20	1.48	3.23	5.90
Euphorbiaceae	<i>Jatropha cordata</i>	15.89	23.15	17.74	56.79
Fabaceae	<i>Lysiloma divaricatum</i>	18.12	12.81	11.29	42.22
Fabaceae	<i>Piscidia mollis</i>	3.91	0.99	1.61	6.51

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	D	A	F	V. I.
Fabaceae	<i>Prosopis articulata</i>	11.67	2.46	4.84	18.97
Fabaceae	<i>Senna atomaria</i>	1.41	2.96	3.23	7.59

En el estrato arbustivo las especies con mayor valor de importancia son *Randia thurberi*, *Jatropha cordata* y *Croton* sp. La Tabla IV.13 presenta los valores de dominancia, abundancia, frecuencia y valor de importancia de las especies arbustivas en el Proyecto. La memoria de los cálculos se presenta en el Anexo 3 (Información Técnica).

Tabla IV.13. Índice de Valor de Importancia (V.I.) para las especies arbustivas registradas para el Proyecto.
D=dominancia; A=abundancia y F=frecuencia.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	D	A	F	V. I.
Fabaceae	<i>Acacia constricta</i>	0.16	0.49	1.92	2.58
Fabaceae	<i>Acacia cymbispina</i>	12.62	2.17	5.77	20.57
Burseraceae	<i>Bursera lancifolia</i>	0.18	0.30	1.92	2.40
Burseraceae	<i>Bursera laxiflora</i>	0.22	0.89	3.85	4.95
Fabaceae	<i>Caesalpinia platyloba</i>	7.16	4.74	5.77	17.67
Fabaceae	<i>Caesalpinia</i> sp.	1.45	0.49	1.28	3.23
Fabaceae	<i>Celtis iguanaea</i>	4.82	1.19	2.56	8.57
Boraginaceae	<i>Cordia sonora</i>	0.24	0.10	0.64	0.98
Euphorbiaceae	<i>Croton ciliato-glandulosus</i>	0.08	12.35	4.49	16.92
Euphorbiaceae	<i>Croton sonora</i>	0.00	4.05	0.64	4.69
Euphorbiaceae	<i>Croton</i> sp.	2.11	20.16	9.62	31.88
Fouquieriaceae	<i>Fouquieria macdougalii</i>	2.09	1.58	4.49	8.15
Zygophyllaceae	<i>Guaiacum coulteri</i>	1.63	0.89	2.56	5.08
Fabaceae	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	0.24	0.10	0.64	0.98
Lamiaceae	<i>Hyptis</i> sp.	0.01	0.10	0.64	0.75
Teophrastaceae	<i>Jacquinia pungens</i>	0.02	0.20	1.28	1.50
Euphorbiaceae	<i>Jatropha cardiophylla</i>	2.49	1.98	3.85	8.32
Euphorbiaceae	<i>Jatropha cordata</i>	13.61	11.26	9.62	34.49
Solanaceae	<i>Lycium</i> sp.	0.92	0.89	3.21	5.02
Fabaceae	<i>Lysiloma divaricatum</i>	0.48	1.28	3.21	4.97
Malpighiaceae	<i>Malpighia emarginata</i>	0.10	0.30	1.28	1.68
Fabaceae	<i>Mimosa distachya</i>	4.39	3.46	5.13	12.98
Fabaceae	<i>Mimosa laxiflora</i>	17.83	2.08	2.56	22.47
Fabaceae	<i>Piscidia mollis</i>	0.00	0.20	0.64	0.84
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	0.08	0.20	0.64	0.91
Rubiaceae	<i>Randia echinocarpa</i>	0.25	0.79	3.21	4.25
Rubiaceae	<i>Randia thurberi</i>	21.63	10.08	8.33	40.05
Fabaceae	<i>Senna atomaria</i>	4.85	3.26	2.56	10.67
Fabaceae	<i>Senna pallida</i>	0.32	14.43	7.69	22.44

Para las formas de vida cactoide las especies con mayor valor de importancia son *Pachocereus pecten-aboriginum*, *Stenocereus thurberi* y *Opuntia ficus-indica* (Tabla IV.14). La memoria de los cálculos se presenta en el Anexo 3 (Información Técnica).

Tabla IV.14. Índice de Valor de Importancia (V.I.) para las formas de vida cactoide registradas en el Proyecto.
D=dominancia; A=abundancia y F=frecuencia.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	D	A	F	V. I.
Cactaceae	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	0.84	4.61	14.81	20.26
Cactaceae	<i>Mammillaria alamosensis</i>	0.25	7.14	7.41	14.80
Cactaceae	<i>Opuntia ficus-indica</i>	6.90	16.36	24.07	47.33
Cactaceae	<i>Pachocereus pecten-aboriginum</i>	74.12	38.02	25.93	138.06
Cactaceae	<i>Peresklopsis porteri</i>	0.00	0.23	3.70	3.94
Cactaceae	<i>Stenocereus alamosensis</i>	0.12	6.45	3.70	10.27
Cactaceae	<i>Stenocereus thurberi</i>	17.77	27.19	20.37	65.33

Diversidad florística

En el área de Proyecto, el Índice de Shannon para es estrato arbóreo presentó un valor de 2.38, por lo que es considerada como diversidad media; mientras que el estrato arbustivo presento un valor de 2.56, diversidad media; y las formas de vida cactoides de 1.56, lo que se considera de baja a media diversidad (Tabla IV.15). La memoria de los cálculos se presenta en el Anexo 3 (Información Técnica).

La equidad para el estrato arbóreo se estimo en 0.83, para el estrato arbustivo en 0.76 y para las formas de vida cactoide en 0.79, todas próximas a la homegeneidad (Tabla IV.15).

Tabla IV.15. Estimación del Índice de diversidad de Shannon (H) para el estrato arbóreo, arbustivo y formas de vida cactoide en el Proyecto.

FAMILIA	H	J
Estrato arbóreo	2.38	0.82
Estrato arbustivo	2.56	0.76
Cactoides	1.54	0.79

Especies protegidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del área de Proyecto

De las especies que se reportan para el área de Proyecto, únicamente *Guaiaicum coulteri* se encuentra catalogada en la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010), como especie Amenazada.

Estado de conservación y fitosanitario de la vegetación dentro del Proyecto

La selva baja caducifolia que se desarrolla en el área del Proyecto muestra un grado de perturbación de moderado a alto, como consecuencia de las actividades humanas que se presentan en la zona, principalmente la ganadería y la agricultura.

- Amenazadas (A). Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.
- Sujetas a protección especial (Pr). Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

Lista Roja de la IUCN

Las definiciones utilizadas actualmente por la IUCN son complejas y de difícil comprensión más que objetivas. A continuación, se presentan algunas de las condiciones necesarias para que las especies pertenezcan a las diferentes categorías (Biodiversidad Mexicana, 2012).

- EX- Extinta. Cuando no hay duda razonable que el último individuo de una especie ha muerto.
- EW- Extinta en vida silvestre. Cuando los individuos de una especie sólo sobreviven en cautiverio o en poblaciones fuera de su área de distribución histórica.
- CR- En Peligro Crítico. Cuando una especie enfrenta un alto riesgo de extinción en la naturaleza debido entre otros a una reducción en el tamaño de su población (de más del 90%) durante los últimos 10 años y se entienden las causas de la disminución y es reversible.
- EN- En Peligro. Cuando una especie enfrenta un alto riesgo de extinción en la naturaleza debido entre otros a una reducción en el tamaño de su población (de más del 70%) durante los últimos 10 años y se entienden las causas de la disminución y es reversible.
- VU- Vulnerable. Cuando una especie enfrenta un alto riesgo de extinción en la naturaleza.
- NT - Cercanamente Amenazada. Cuando una especie ha sido evaluada bajo los criterios establecidos y aunque no califica para las categorías de alto riesgo, está muy cercana y probablemente califique en un futuro.
- DD - Datos Deficientes. Cuando la información existente no es adecuada para evaluar el riesgo de extinción de una especie.
- LC – Preocupación Menor. Cuando una especie ha sido evaluada contra los criterios pero no califica para las categorías de alto riesgo y probablemente no califique en un futuro cercano porque es abundante y con área de distribución amplia.
- SC- Sin categoría.

Análisis de datos

Se evaluó la diversidad con el índice de Shannon (H') total y por categoría taxonómica (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) siguiendo lo propuesto por Magurran (1988, 2004). El índice de Shannon al ser uno de los índices de diversidad más utilizado, permite realizar comparaciones con otros trabajos.

La diversidad consiste de dos componentes, la riqueza de especies y la abundancia relativa de las especies. El índice de Shannon combina el número de especies (S) con el número de individuos (N) y estima la diversidad de especies en relación a la aparición de cada especie. El valor del índice usualmente se encuentra entre cero y tres (rara vez sobre pasa cuatro), teniendo que comunidades poco diversas se acercan al valor de cero y comunidades muy diversas a valores de tres (Magurran, 1988 y 2004). Se calcula con la ecuación siguiente:

$$H' = - \sum p_i (\ln p_i)$$

Dónde: p_i es la abundancia proporcional de la especie i .

Riqueza y Diversidad de Fauna en el Sistema Ambiental

En el Sistema Ambiental definido para el Proyecto se tienen registradas 96 especies de vertebrados terrestres, cinco especies de anfibios, 18 de reptiles, 61 de aves y 12 de mamíferos (Tabla IV.16).

Tabla IV.16. Lista taxonómica de los vertebrados terrestres registrados en el sistema ambiental definido para el Proyecto. NOM-059-SEMARNAT-2010 (NOM): A, Amenazada; SPE, Sujeta a Protección Especial. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN): LC, Baja Preocupación; VU, Vulnerable; NT, Cercanamente Amenazada.

GRUPO	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM	IUCN
ANFIBIOS	ANURA	Bufonidae	<i>Anaxyrus punctatus</i>		LC
			<i>Incilius mazatlanensis</i>		LC
		Ranidae	<i>Lithobates forreri</i>	Pr	LC
		Scaphiopodidae	<i>Spea multiplicata</i>		LC
		Leptodactylidae	<i>Leptodactylus melanonotus</i>		LC
REPTILES	TESTUDINES	Testudinidae	<i>Gopherus morafkai</i>		VU
	SQUAMATA	Iguanidae	<i>Ctenosaura macrolopha</i>	Pr	VU
		Phyllodactylidae	<i>Phyllodactylus tuberculosus</i>		
			<i>Callisaurus draconoides</i>	A	LC
		Phrynosomatidae	<i>Holbrookia elegans</i>		LC
			<i>Phrynosoma solare</i>		LC
			<i>Sceloporus albiventris</i>		
			<i>Urosaurus ornatus</i>		LC
		Teiide	<i>Aspidoscelis costata</i>	Pr	LC
			<i>Aspidoscelis burti</i>		
		Dactyloidae	<i>Anolis nebulosus</i>		LC
		Colubridae	<i>Coluber flagellum</i>	A	

			<i>Drymarchon melanurus</i>	LC
			<i>Thrimorphodon lambda</i>	
			<i>Hypsiglena chlorophaea</i>	
			<i>Pseudoficimia frontalis</i>	LC
			<i>Salvadora desertica</i>	
			Viperidae	
			<i>Crotalus basiliscus</i>	Pr LC
			ANSERIFORMES	Anatidae
			<i>Dendrocygna autumnalis</i>	LC
			GALLIFORMES	Odontophoridae
			<i>Callipepla douglasii</i>	LC
			CICONIFORMES	Ciconiidae
			<i>Mycteria americana</i>	Pr LC
			<i>Coragyps atratus</i>	LC
			ACCIPITRIFORMES	Cathartidae
			<i>Cathartes aura</i>	LC
			Accipitridae	
			<i>Accipiter striatus</i>	Pr LC
			COLUMBIFORMES	Columbidae
			<i>Patagioenas flavirostris</i>	LC
			<i>Columbina passerina</i>	LC
			<i>Columbina talpacoti</i>	LC
			<i>Columbina inca</i>	LC
			<i>Zenaida asiatica</i>	LC
			<i>Zenaida macroura</i>	LC
			CUCULIFORMES	Cuculidae
			<i>Coccyzus minor</i>	LC
			<i>Geococcyx californianus</i>	LC
			STRIGIFORMES	Strigidae
			<i>Bubo virginianus</i>	LC
			CAPRIMULGIFORMES	Caprimulgidae
			<i>Chordeiles acutipennis</i>	LC
			<i>Lampornis clemenciae</i>	LC
			APODIFORMES	Trochilidae
			<i>Calothorax pulcher</i>	LC
			<i>Cyananthus latirostris</i>	LC
			<i>Amazilia violiceps</i>	LC
			TROGONIFORMES	Trogonidae
			<i>Hylocharis leucotis</i>	LC
			<i>Trogon mexicanus</i>	LC
			<i>Melanerpes uropygialis</i>	LC
			PICIFORMES	Picidae
			<i>Picoides scalaris</i>	LC
			<i>Colaptes auratus</i>	LC
			FALCONIFORMES	Falconidae
			<i>Caracara cheriway</i>	LC
			<i>Empidonax occidentalis</i>	LC
			<i>Sayornis nigricans</i>	LC
			<i>Myiarchus cinerascens</i>	LC
			Tyrannidae	
			<i>Myiarchus tyrannulus</i>	LC
			<i>Myiodinastes luteiventris</i>	LC
			<i>Tyrannus melancholicus</i>	LC
			<i>Tyrannus crassirostris</i>	LC
			<i>Tyrannus vociferans</i>	LC
			Vireonidae	
			<i>Vireo bellii</i>	NT
			Corvidae	
			<i>Calocitta colliei</i>	LC
			<i>Corvus cryptoleucus</i>	LC
			<i>Corvus corax</i>	LC
			Remizidae	
			<i>Auriparus flaviceps</i>	LC
			Troglodytidae	
			<i>Salpinctes obsoletus</i>	LC
			PASSERIFORMES	Poliopitidae
			<i>Poliopitila caerulea</i>	LC
			<i>Poliopitila melanura</i>	LC
			Turdidae	
			<i>Turdus rufopalliat</i>	LC
			<i>Toxostoma curvirostre</i>	LC
			Mimidae	
			<i>Mimus polyglottos</i>	LC
			Parulidae	
			<i>Oreothypis virginiae</i>	LC
			<i>Setophaga petechia</i>	LC
			<i>Amphispiza quinquestriata</i>	LC
			Emberizidae	
			<i>Chondestes grammacus</i>	LC
			<i>Spizella passerina</i>	LC
			<i>Piranga olivacea</i>	LC
			Cardinalidae	
			<i>Cardinalis cardinalis</i>	LC
			<i>Cardinalis sinuatus</i>	LC
			<i>Pheucticus chrysopleus</i>	LC
			<i>Pheucticus melanocephalus</i>	LC
			<i>Passerina caerulea</i>	LC

importancia de estas minas determinó el establecimiento de una casa de ensaye, después de 1690.

La actual cabecera municipal se llamó, originalmente, Real de la Limpia Concepción de los Álamos. El primer ayuntamiento se constituyó en 1814 como parte del estado de Sinaloa, hasta marzo de 1831 cuando el territorio municipal fue anexado al estado de Sonora, a solicitud expresa de su ayuntamiento y de sus vecinos (INEGI, 2009).

En la actualidad, la población de este municipio representa el 0.97 % del total estatal y la mayoría de los habitantes (65 %) vive en el área rural. La densidad de población registrada en 2010 fue de 3.72 habitantes/km² (INEGI, 2010). La revisión de los datos demográficos del municipio, entre 1980 y 2010, refleja un decremento de la población, con una tasa de crecimiento anual de -1.28 % habitantes en 1990 con respecto a 1980; -0.72 % en 2000 con respecto a 1995; y -0.53 % en 2005 con respecto a 2000. Para 2010, el crecimiento anual registrado fue de 1.11 % con respecto a 2005 (Tabla IV.21).

Tabla IV.21. Tasa anual de crecimiento y densidad poblacional de Álamos, Sonora.

AÑO	POBLACIÓN	TASA ANUAL DE CRECIMIENTO (%)	DENSIDAD POBLACIONAL (HAB/KM²)
1980	29 091		4.19
1990	25 564	-1.28	3.68
1995	26 075	0.4	3.75
2000	25 152	-0.72	3.62
2005	24 493	-0.53	3.53
2010	25 848	1.11	3.72

Fuente: INEGI. Censo General de Población y Vivienda del 2010. Sistema Nacional de Información Municipal.

De acuerdo con los resultados del Censo de Población y Vivienda 2010, la población del municipio de Álamos en ese año fue de 25 848 habitantes.

La mayoría de las localidades (263) tienen menos de 100 habitantes y representan el 15.91 % de la población total municipal; 173 localidades cuentan con menos de 10 habitantes y en 50 de ellas sólo habita una o dos personas. Únicamente 50 localidades cuentan con más de 100 y menos de 500 habitantes, representando un 38.96 % de la población. Dos localidades cuentan con más de 500 y menos de 1 000 habitantes (4.85 % de la población) y sólo dos localidades presentan más de 1000 habitantes (4.13 % de la población) (Tabla IV.22).

Tabla IV.22. Distribución de la población municipal por tamaño de localidad (2005–2010).

RANGOS DE POBLACIÓN (HAB)	POBLACIÓN TOTAL DE LOCALIDADES 2005	% DEL TOTAL DE POBLACIÓN 2005	POBLACIÓN TOTAL DE LOCALIDADES 2010	% DEL TOTAL DE POBLACIÓN 2010
1 – 99	4579	18.7	4112 (263 Localidades)	15.91
100 – 499	9360	38.22	10 071 (50 Loc.)	38.96
500 – 999	1185	4.84	1253 (2 Loc.)	4.85
1,000 – 1,999	1168	4.77	1067 (1 Loc.)	4.13
2,000 - 2,499	0	0	0	0
2,500 - 4,999	0	0	0	0
5,000 - 9,999	8201	33.48	9345 (1 Loc.)	36.15

Fuente: INEGI. Censo General de Población y Vivienda del 2010. Sistema Nacional de Información Municipal.

La localidad de Álamos, cabecera municipal, es la más poblada de la demarcación, con 9 345 habitantes en 2010, que representa el 35.15 % del total municipal.

Los poblados con más de 400 habitantes concentran el 48.5 % de la población del municipio: San Bernardo (1 067 habitantes), El Mocúzarit (632 habitantes), Minas Nuevas (458 habitantes) y Mesa Colorada (427 habitantes).

A diferencia del comportamiento de la población total del municipio, la tasa de crecimiento de la cabecera municipal, entre 1995 y 2010, fue positiva (Figura IV.25); situación que se encuentra relacionada con un mayor crecimiento económico local, que ha contribuido a generar mayor arraigo de los habitantes. Es de señalar que dicho período es coincidente con el inicio del desarrollo de la unidad minera Piedras Verdes.

Figura IV.25. Crecimiento poblacional municipal y de la cabecera (localidad de Álamos).

Tabla IV.23. Variables socio-demográficas del municipio de Álamos y localidades próximas al Proyecto (Fuente: INEGI, 2010).

VARIABLE	ÁLAMOS	LA HIGUERA	NUEVO PIEDRAS VERDES	EL GUAMÚCHIL	EL TÁBELO	EL TABELITO
Población total 2010	25 848	237	268	5	209	9
Población masculina	13 497	120	144	-	110	3
Población femenina	12 351	117	124	-	99	6
Relación hombres/mujeres	109.3	121.43	116.13	-	111.11	50
Población de 0 a 14 años	7437	71	77	-	52	2
Población de 15 a 64 años	15 771	146	158	-	131	6
Población de 65 años y más	2629	20	33	-	26	1
Promedio de hijos nacidos vivos	2.88	3.05	2.49	-	3.06	2.80
Población nacida en la entidad	23 879	233	263	-	203	9
Población nacida en otra entidad	1814	1	2	-	3	0
Población mayor a 5 años residente en la entidad en 2005	23 030	203	230	-	191	9
Población mayor a 5 años residente en otra entidad en 2005	292	2	1	-	0	0
Población de 3 años y más que habla una lengua indígena	1303	0	1	-	0	0
Población de 3 años y más que habla una lengua indígena y no español	55	0	0	-	0	0
Población de 3 años y más que habla una lengua indígena y habla español	1206	0	0	-	0	0
Población en hogares indígenas	1848	0	3		0	0
Población Económicamente Activa	9466	84	107	-	87	3
Población Ocupada	9160	78	102	-	86	3

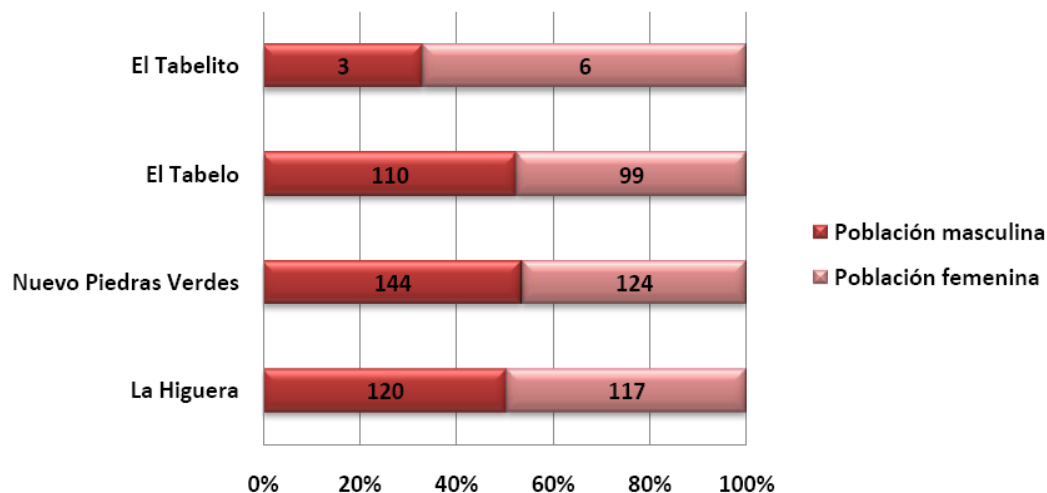
En términos generales, la población de las comunidades cercanas al Proyecto ha crecido en los últimos seis años, ya que los asentamientos restantes han experimentado un crecimiento de tipo natural, con excepción de la localidad de El Tábelo, que disminuyó su población en 16 habitantes durante el período 2005-2010 y El Tabelito que conservó el mismo número de habitantes. Dicho período es coincidente con el desarrollo económico de la zona, de manera que es posible suponer que la apertura de fuentes de empleo y el desarrollo regional, asociado con las operaciones mineras, han favorecido el arraigo de los habitantes de las localidades mencionadas (Tabla IV.24).

Tabla IV.24. Crecimiento de las localidades próximas a la unidad minera Piedras Verdes.

LOCALIDAD	POBLACIÓN 2005	POBLACIÓN 2010	ÁMBITO	GRADO DE REZAGO SOCIAL (2005)
Álamos (loc.)	8201	9345	Urbano	Muy Bajo
La Higuera	223	237	Rural	Bajo
Nuevo Piedras Verdes	235	268	Rural	Bajo
El Guamúchil	4	5	Rural	-
El Tábelo	225	209	Rural	Bajo
El Tabelito	9	9	Rural	Medio
Total	8897	10 073		

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Principales resultados por localidad (ITER).

El análisis de la población de estas comunidades, y su composición por sexos, indica que en El Tábelo, Nuevo Piedras Verdes y La Higuera, la relación hombres-mujeres mantiene una proporción equitativa (Figura IV.27).


Figura IV.27. Composición de la población por sexos de las localidades próximas al Proyecto.

En relación con la composición de la población por grandes grupos de edad, en las comunidades cercanas al área del Proyecto, se observa que en todas ellas, así como en el municipio, la mayor proporción de la población corresponde a personas de 15 a 64 años (Figura IV.28) y la menor proporción corresponde a adultos mayores de 65 años.

Figura IV.28. Composición de la población por grupos de edad de las localidades próximas al Proyecto.

Más del 98 % de la población que habita en la zona próxima a la UMPV es nativa de la entidad, condición que confirma que el crecimiento que estas comunidades han experimentado en los últimos seis años se debe a razones naturales, las cuales obedecen al arraigo de los pobladores y no a un fenómeno de migración inducido por el desarrollo minero de la región (Figura IV.29).

Figura IV.29. Composición de la población de las localidades próximas al Proyecto por origen.

Como se indicó anteriormente, la mayor parte de la población del municipio es originaria del mismo; apenas un 1.06 % radica en otra entidad, mientras que hay un 1.01 % de la población que es migrante municipal y un 1.2 % de migrantes nacionales o extranjeros (Tabla IV.25).

históricos y belleza natural del resto del municipio, sus fiestas tradicionales y la calidez de su gente. Además, posee el único museo costumbrista del estado y es considerado como monumento histórico nacional.

FACTORES SOCIOCULTURALES

Vivienda y Urbanización

De acuerdo con los resultados del Censo de Población y Vivienda 2010, en ese año el municipio de Álamos contaba con 6 628 viviendas particulares habitadas.

Comparativamente con los datos registrados en el II Conteo de Población y Vivienda 2005, los indicadores de rezago en vivienda del municipio tuvieron una mejoría en el período 2000-2005 (Tabla IV.28).

Tabla IV.28. Indicadores de rezago en vivienda del municipio de Álamos.

INDICADORES	2005		2010	
	VALOR	%	VALOR	%
Viviendas particulares habitadas	5999		6626	
Viviendas sin drenaje	3155	59.24	3465	53.14
Viviendas sin sanitario	1111	18.79	996	15.03
Viviendas con piso de tierra	2469	41.67	1610	24.39
Viviendas sin energía eléctrica	974	16.45	577	8.73
Viviendas sin agua entubada	1442	24.39	1035	15.67

Comunicaciones y Transportes

El municipio cuenta con 111 km de red carretera, 27 km de red carretera federal de cuota, aparte de la red de caminos de terracería para la comunicación entre las comunidades. Cuenta con una aeropista en la cabecera municipal, de 1.8 km y con capacidad para 70 estacionamientos para avionetas, dispone de una central de autobuses y una de transporte de carga.

La ruta para llegar a Álamos es la carretera Navojoa-Álamos. Desde la capital del estado, se accede al municipio por la carretera MEX-015, en un trayecto de 371 km que atraviesa por las localidades de Los Arrieros, Guaymas, Ciudad Obregón y Navojoa, antes de llegar a Álamos. El trayecto dura tres horas y media.

La modernización y ampliación carretera que realiza el gobierno del estado, a través de la Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbana (SIDUR), con una inversión de casi 60

millones de pesos en el municipio de Álamos, permitirá un mayor desarrollo y mejores vías de comunicación en la región sur de Sonora.

Telecomunicaciones

El municipio cuenta con servicio de teléfono, telégrafo, servicio postal (siete oficinas), recibe señales de televisión, radio y algunos diarios y revistas.

Energía

El servicio de energía eléctrica es prestado por la Comisión Federal de Electricidad a 58 localidades del municipio. El servicio beneficia a 19 766 habitantes, lo que representa una cobertura del 78.6 % de la población total municipal. Es difícil cubrir el resto de las localidades debido a que son pequeños núcleos muy alejados de las líneas de conducción.

Abasto

De acuerdo con el último censo del INEGI, en 2003, en Sonora operaban 31 136 unidades comerciales que empleaban a 117 191 personas de manera directa y a 90 175 personas de manera indirecta. En 2006 operaron 431 tiendas DICONSA, 150 puntos de atención de LICONSA y 552 instalaciones de almacenamiento y abasto.

Agua potable, drenaje y alcantarillado

El servicio de agua potable se brinda a 25 localidades del municipio, con una cobertura poblacional del 90 %. La mayoría de las viviendas que no cuentan con el servicio es porque se encuentran apartadas de los núcleos poblacionales.

Los pozos y las norias a cielo abierto son las principales fuentes de abastecimiento; el 57 % son eléctricos, el 35 % son de combustión interna y el 8 % por gravedad. El principal problema que se presenta en la mayoría de las localidades es la poca capacidad de su equipo de bombeo y su mantenimiento, lo cual provoca fallas en el suministro.

El servicio de alcantarillado en Álamos únicamente se brinda en la cabecera municipal y en la comunidad de Los Tanques, por lo que el 52.9 % de las viviendas no disponen de drenaje (SNIM, 2010).

Servicios médicos

La infraestructura del sector salud en el municipio de Álamos era de 25 clínicas u hospitales en 2010; 25 848 personas contaban con algún tipo de servicio (Tabla IV.29).

Tabla IV.29. Población total según derechohabencia a servicios de salud por grupos de edad y sexo, 2010.

	POBLACIÓN TOTAL	TOTAL	IMS	ISSSTE	ISSSTE ESTATAL ⁽²⁾	PEMEX, DEFENSA O MARINA	SEGURO POPULAR O PARA UNA NUEVA GENERACIÓN	INSTITUCIÓN PRIVADA	OTRA INSTITUCIÓN ⁽³⁾	NO DERECHOHABIENTE	NO ESPECIFICADO
Hombres	13 497	10 616	158 3	498	438	8119	3	90	101	2855	26
Mujeres	12 351	10 687	151 1	531	492	8195	5	60	95	1629	35
Total	25 848	21 303	309 4	1029	930	16 314	8	150	196	4484	61

(1) La suma de los derechohabientes en las distintas instituciones de salud puede ser mayor al total por aquella población que tiene derecho a este servicio en más de una institución de salud. (2) Se refiere a la población derechohabiente al ISSSET, ISSSEMyM, ISSSTEZAC, ISSSPEA o ISSSTESON. (3) Incluye instituciones de salud pública y privada.

Servicios educativos

La infraestructura educativa con que contaba el municipio en 2010 era de 92 escuelas de preescolar, 85 escuelas primarias, 45 secundarias y tres de bachillerato, con un personal docente de 474 maestros.

Existe un Centro de Capacitación de la Mujer Indígena, donde se brinda educación inicial, bordado y capacitación para el trabajo, además de 21 escuelas de primaria indígena.

Educación

El porcentaje municipal de analfabetismo en la población de 15 años o más, reportado para 2010, fue del 11.53 %, mientras que la tasa de alfabetización de las personas de 15 a 24 años es de 98.2 %.

Considerando que la infraestructura escolar en el municipio sólo llega a bachillerato, en 2010 sólo 6, 159 habitantes asistieron a la escuela (54.7 % de la población de entre 5 y 17 años). El 45.3 % de la población en edad escolar, de primaria a nivel medio superior, no asistieron a las aulas.

En la población municipal de 15 años o más, el grado promedio de escolaridad es de 6.9 años, mientras que el valor promedio en el estado es de 9.4.

De la población de cinco años o más, el 43.9 % tiene educación primaria; de la población de 18 años o más el 7.6 % cuenta con educación profesional; y únicamente un 0.46 % cuenta con

captación para el Sistema Ambiental. Esta pérdida de captación de agua es mínima con respecto al del sistema ambiental, y podrá atenuarse en la medida en que el Proyecto incorpore medidas adecuadas, como la canalización de escurrimientos pluviales aguas abajo, de manera que la captación total de cuenca hidrológica mantenga volúmenes similares a los actuales.

DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Para el estado de Sonora, es posible que se hayan realizado algunos estudios de evaluación de la calidad del aire; sin embargo, no existe para el área del Proyecto estudios de este tipo ni registro de parámetros que permitan definir la calidad del aire. Por otro lado, se sabe que en época de secas el tránsito vehicular genera polvo y partículas suspendidas; asimismo, el propio tráfico vehicular y la maquinaria utilizada en la Unidad Minera Piedras Verdes generan una cantidad –no medida- de gases provenientes de la combustión de hidrocarburos; sin embargo, son de una magnitud poco considerable que, por el momento, no puede decirse que se trate de contaminación propiamente.

DEGRADACIÓN DE SUELOS

La SEMARNAT en su documento ***El Medio Ambiente en México 2009: en Resumen***, en el apartado de suelos presenta mapas de degradación donde se aprecia que en la zona del Proyecto el proceso dominante de degradación de suelos es la erosión eólica, aunque también se dan procesos de degradación hídrica; ambos procesos causan un nivel clasificado de ligero a moderado.

De forma más puntual, la erosión del suelo en el sistema ambiental fue estimada a partir de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), con base en la cual se estima una erosión de 3.786 t/ha/año para el Sistema Ambiental definido y de 2.63 t/ha/año para la zona del Proyecto; que para la superficie total del proyecto representa una pérdida de suelo de 846.66 t/año y para el sistema ambiental de 98,656.34 t/año.

La pérdida del suelo derivada por la ejecución del Proyecto representa el 1.22 % de la capacidad de protección del suelo del sistema ambiental. Tal pérdida es mínima; no obstante, las medidas de prevención y mitigación, prevén la recuperación de suelo y la restauración del área una vez finalizada la vida operativa del Proyecto.

DETERIORO DE LA VEGETACIÓN

El sistema ambiental definido para el Proyecto tiene una superficie de 28, 874.6132 ha. La vegetación predominante corresponde a la selva baja caducifolia en 10, 074.5320 ha y en el resto de la superficie prevalece el uso de suelo agropecuario rodeado de zonas alteradas de selva baja caducifolia, donde la ausencia de elementos arbóreos -propios de la vegetación madura- da lugar a la dominancia de elementos arbustivos de especies como *Acacia cochliacantha*, *A. constricta*, *Mimosa brandegei* y opuntias.

A pesar de que, según la información documental relativa al uso potencial, el sitio carece de las condiciones ideales para la práctica de actividades primarias, como la agricultura y ganadería, tanto en el sistema ambiental como en la zona del Proyecto se tiene la presencia de antiguas zonas de cultivo de subsistencia y potreros.

Debido a lo anterior, en el polígono del Proyecto prevalece la vegetación secundaria de selva baja caducifolia. El estrato arbustivo presenta una mayor densidad que el estrato arbóreo; este último presenta un mayor porcentaje de individuos clasificados como arbolado de regeneración natural.

El inventario florístico del sitio indica la presencia de 53 especies con una diversidad arbórea media (2.18 según el índice de Shannon).

De las especies presentes en el polígono del Proyecto, sólo una está catalogada bajo alguna categoría de protección según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNTA-2010 y corresponde a *Guaiaicum coulteri* con la categoría de amenazada (A).

DISMINUCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

De acuerdo con la cartografía del INEGI y a los estudios de campo, en el Proyecto prevalecen las zonas alteradas de selva baja caducifolia; donde la ausencia de elementos arbóreos, propios de la selva da lugar a la dominancia de elementos arbustivos.

Las especies vegetales reportadas para el sistema ambiental ascienden a 90 especies de 69 géneros y 33 familias; en la zona del proyecto fueron registradas un total de 43 especies de 37 géneros y 18 familias, por lo que se establece que la diversidad registrada en el área de Proyecto es menor a la estimada en el sistema ambiental.

En cuanto a la fauna, dentro del sistema ambiental se reportan 118 especies de cuatro grupos de vertebrados (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), mismos que se encuentran clasificados en seis especies de anfibios, 27 de reptiles, 67 de aves y 18 de mamíferos. Para el Proyecto el número de especies registradas es de 51 especies, tres de anfibios, 12 de reptiles, 28 de aves y ocho de mamíferos. Los valores de riqueza y del Índice de diversidad de Shannon son mayores en el sistema ambiental, por lo que se puede esperar que la biodiversidad de fauna en el sistema ambiental no se vea comprometida por el mismo.

VULNERABILIDAD NATURAL DEL SISTEMA AMBIENTAL

A continuación, se analiza la incidencia en el sistema ambiental del Proyecto, de los principales fenómenos naturales causales de vulnerabilidad ambiental.

CICLONES TROPICALES

Los efectos de las precipitaciones ciclónicas sobre las cuencas costeras son variables y dependientes del tiempo de concentración, el cual a su vez depende de factores como la intensidad y duración de la lluvia, el área total de la cuenca, sus pendientes, la complejidad de la red de drenaje, la cobertura vegetal, el tipo de suelo, etc. (Rosenguaus, 2010).

Los ciclones del hemisferio norte se generan en los océanos Atlántico y Pacífico entre los 5° y 15° de latitud y se desplazan hacia el oeste. Se presentan durante la época cálida, cuando las temperaturas del mar son del orden de 26° C. Las regiones donde se originan los ciclones se les conocen como zonas ciclogénicas. Los que llegan a México provienen de la sonda de Campeche, Golfo de Tehuantepec, Caribe (alrededor de los 13 grados latitud norte y 65 grados longitud oeste) y sur de las islas Cabo Verde (cerca de los 12 grados latitud norte y 57 grados longitud oeste).

Los aspectos destructivos de los ciclones tropicales, que marcan su intensidad, se deben principalmente a cuatro aspectos: viento, oleaje, marea de tormenta y lluvia.

Con base en las zonas de ingreso, las costas de Sonora presentan una recurrencia de penetración, de 2 a 4 años, una de las más altas del país. Las localidades de Álamos, Navojoa, Huatabampo y Etchojoa que corresponden a la Cuenca del Río Mayo, y Obregón que corresponde a la cuenca del Río Yaqui ubicadas en la porción sur de la región, junto con Puerto Peñasco en el noroeste, son las más afectadas por el ingreso de los ciclones.

Por otro lado, los hundimientos locales son causados por el colapso de la superficie del terreno natural en zonas donde existen cavidades subterráneas. Cuando se presenta un derrumbe de este tipo, normalmente es súbito y devastador. Este tipo de problema se presenta cuando existen túneles de minas antiguas, poco profundas, que no están detectadas y localizadas plenamente. En el sitio de interés se han realizado estudios geotécnicos que permiten descartar este riesgo geológico.

Existen diversas formas mediante las cuales se inicia un deslizamiento. Una característica casi invariable es la presencia -o ausencia- de agua, según el tipo de formación geológica involucrada. Muchos de los taludes naturales se encuentran en una condición potencialmente inestable, de manera que los movimientos y los colapsos se pueden iniciar con facilidad. Se considera que los temblores intensos junto con los procesos de erosión son causas comunes que pueden actuar en diversas formas. Aunque el factor más reconocido asociado al riesgo de inestabilidad de laderas naturales, es el cambio en las condiciones de contenido de agua del subsuelo (CENAPRED, 2001).

En el país las zonas con potenciales importantes donde pueden ocurrir colapsos, se encuentran muy relacionadas a los sistemas montañosos (Figura IV.34). Los riesgos en sitios asociados a colapsos, a su vez, están relacionados con asentamientos irregulares y precipitaciones extremas. Esta situación no se presenta en el área del Proyecto.

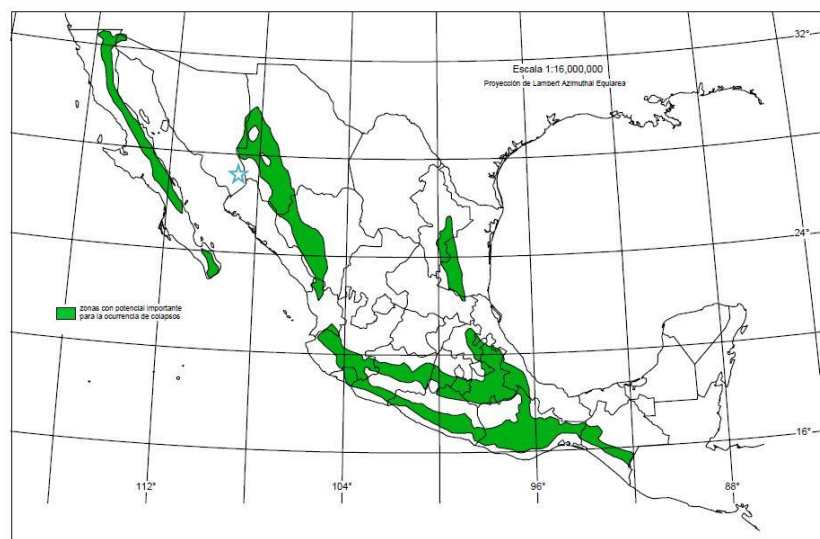


Figura IV.34. Ubicación del sitio del proyecto con zonas con potencial para la ocurrencia de colapsos.

INUNDACIONES

Las inundaciones pueden ocurrir por lluvias en la región, por desbordamiento de ríos, ascenso del nivel medio del mar, por la rotura de bordos, diques y presas, o bien, por las descargas de agua de los embalses.

Entre los factores importantes que condicionan a las inundaciones están la distribución espacial de la lluvia, la topografía, las características físicas de los arroyos y ríos, las formas y longitudes de los cauces, el tipo de suelo, la pendiente del terreno, la cobertura vegetal, el uso del suelo, ubicación de presas y las elevaciones de los bordos de los ríos.

En México las inundaciones se producen mayoritariamente por la ocurrencia de ciclones tropicales; se puede decir que en cualquier lugar del país existe el riesgo de que ocurran inundaciones (Figura IV.35).

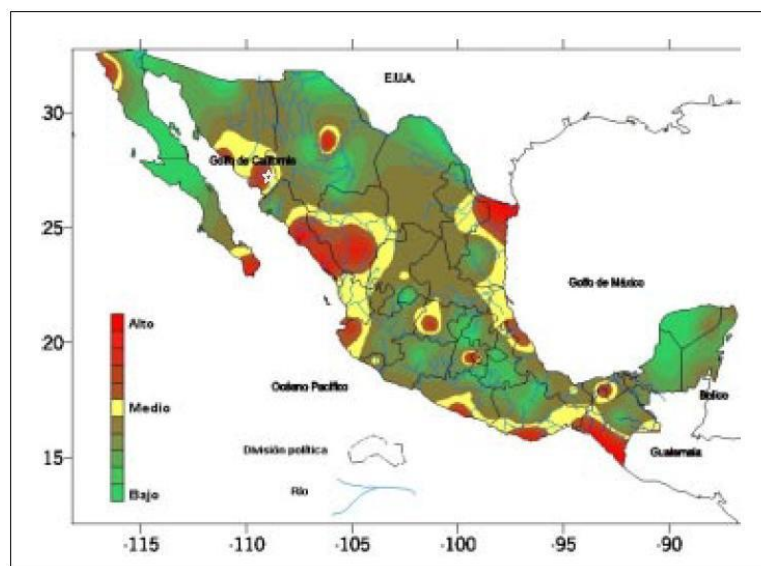


Figura IV.35. Ubicación del área de Proyecto respecto a Zonas con Peligro de inundaciones.

Como se observa en la figura, a pesar de que cualquier región pudiera inundarse, este evento es más común en las costas y partes bajas del territorio. Si se observa que la altitud promedio del municipio de Álamos, donde se inserta el proyecto, es de 520 metros y; que en el área del proyecto la altitud mínima registrada es de 200 m, se puede considerar que éste se encuentra en la parte baja. Lo anterior permite especular que el Proyecto se encuentra en una zona potencial de inundación, riesgo que –considerando la cantidad de lluvia registrada en la zona– es poco probable.

En el marco de la normatividad ambiental mexicana, un análisis de impacto se orienta a la evaluación de los efectos que pueden repercutir en los factores ambientales, a escala de las cuencas o regiones implicadas -delimitadas como SA de referencia- con énfasis particular en los impactos acumulativos y residuales. Considerando lo anterior, la evaluación del Proyecto se desarrolló con los siguientes objetivos:

- a. Identificar los impactos ambientales potenciales del Proyecto.
- b. Caracterizar los impactos.
- c. Valorar la magnitud y significancia de los impactos ambientales.
- d. Determinar los impactos ambientales significativos.
- e. Identificar los impactos acumulativos y residuales del Proyecto.

Más allá de un propósito normativo, el proceso de evaluación realizado es una herramienta de gran utilidad a la empresa promovente, toda vez que le ha permitido identificar los aspectos ambientales de mayor relevancia y, de esta manera, ayudar a que se internalicen las consideraciones y medidas pertinentes para integrar el Proyecto al contexto ambiental, con los menores efectos negativos posibles.

Con la intención de lograr un balance objetivo de los efectos ambientales potenciales del Proyecto, la evaluación realizada se enmarcó en los siguientes principios:

- Se considera la mayor cantidad -y con mejor fundamento- de información disponible sobre la caracterización ambiental del sitio y su área de influencia.
- Se valora la importancia y vulnerabilidad de los factores ambientales sobre los que incide el Proyecto.
- La información de la caracterización ambiental, expuesta en el Capítulo IV del presente documento -considerada como línea base ambiental para el análisis- procede de fuentes documentales, científicas e institucionales, así como estudios realizados en el área del Proyecto sobre temas especializados como geología, geotecnia, caracterización biótica y de servicios ambientales, edafología e hidrología superficial, entre otros aspectos.
- La evaluación está basada en la descripción de los componentes del Proyecto -expuestos en el Capítulo II de este documento- y sustentada en la ingeniería conceptual y de detalle disponible para cada componente.
- Se tiene en cuenta el estado actual del área de influencia del proyecto. Además, se considera la existencia de impactos ambientales, derivados de actividades que se han realizado en el pasado, como punto de partida para establecer el potencial de

V.1.8 DEMOGRAFÍA

La demanda de fuerza laboral, por la operación del Proyecto, favorece el poder adquisitivo en la zona, que se manifiesta por un incremento en la demanda de bienes y servicios en la región, con un incremento significativo en la calidad de vida. Con el Proyecto no se tiene previsto un incremento significativo en la apertura de plazas laborales.

V.2 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

V.2.1 METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN

Los impactos ambientales derivados del desarrollo del Proyecto están en función de las características propias de las actividades que lo conforman, ya que según esas características se puede inferir como incidirán sobre el ambiente.

Existen numerosos métodos y técnicas de evaluación de impactos ambientales; éstos, además de servir para identificar los efectos potenciales, también determinan los factores ambientales a los cuales se debe poner especial atención. Así, se puede obtener información para predecir y evaluar los impactos específicos, para hacer una selección de las medidas ambientales a implementar.

La identificación de los impactos ambientales del Proyecto se realizó mediante una combinación de metodologías simples que se describen a continuación.

V.2.1.1 LECTURA DEL ENTORNO Y ANÁLISIS ESPACIAL

La técnica permite identificar atributos particulares de los elementos ambientales del sitio seleccionado, con los que el Proyecto o sus componentes puede interactuar (topografía, vegetación, hidrología, asentamientos humanos, entre otros).

Combina la revisión y sobreposición de cartas temáticas, la cartografía específica del Proyecto y el manejo de imágenes de satélite y ortofotos de áreas geográficas particulares, en diferentes escalas de información.

El análisis espacial permite, eventualmente, integrar un Sistema de Información Geográfica (SIG) que puede enriquecerse con datos actualizados derivados de estudios de campo, contando así con una plataforma de información sobre la situación ambiental que guarda una

zona, con la posibilidad adicional de establecer comparaciones multitemporales e identificar magnitudes de cambio en el entorno.

En el caso particular se emplearon: (i) los planos de localización del Proyecto; (ii) información temática georreferenciada generada o integrada por la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO), el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y otras fuentes oficiales; y (iii) una imagen de satélite del área adquirida para el análisis.

Las distintas capas de información se montaron en una plataforma de ArcGIS, a través de la cual se realizaron análisis de interacción de componentes ambientales, con los sitios particulares para el desarrollo del Proyecto.

V.2.1.2 ANÁLISIS *IN SITU*

Los estudios de campo representan una herramienta insustituible en la evaluación ambiental, ya que además de ser necesarios para generar información específica sobre las características ambientales del sitio que se analiza, permiten al especialista identificar *in situ* aspectos del entorno que son relevantes para la evaluación.

En el caso particular, como fue indicado previamente, este estudio se sustenta en una amplia gama de información técnica; gran parte de la cual ha sido generada *ex profeso* mediante estudios, especializados en distintas materias, realizados en relación con la proyección de factibilidad del Proyecto *Tepetatera Oeste-Fase 2* y los terrenos de interés para el mismo.

Durante los trabajos de campo, cada especialista corroboró y amplió la información resultante del análisis espacial preliminar y generó la descripción correspondiente. Adicionalmente, cada uno identificó los aspectos más críticos y vulnerables de los factores ambientales analizados y estableció las recomendaciones pertinentes para ser consideradas durante la evaluación de impactos y el diseño del Proyecto.

V.2.1.3 LISTAS DE VERIFICACIÓN

Las listas de verificación se basan en la elaboración de listados específicos, ya sea de componentes ambientales, agentes de impacto o etapas y acciones del Proyecto, que facilitan el reconocimiento de los factores que deben tenerse en cuenta en el análisis ambiental.

La utilidad de la técnica es sustantiva, en la medida en que se cuente con información espacial que permita conocer las interacciones posibles entre el Proyecto y los factores medioambientales.

Esta técnica se empleó como un método inicial de reconocimiento para seleccionar las actividades del Proyecto con potencial para generar impactos ambientales, a partir de la identificación previa de los factores del medio ambiente con los que el Proyecto guarda potencial de interacción.

V.2.1.4 MATRICES DE INTERACCIÓN

Las matrices de interacción, o de relación causa–efecto, permiten identificar cualitativamente la existencia de relaciones directas entre un agente causal (actividades del Proyecto) y otro receptor (factor ambiental).

Esta matriz también puede denominarse matriz de identificación de impactos, ya que al marcar las casillas donde es posible el establecimiento de interacción, se reconocen los impactos potenciales del Proyecto.

En el caso específico del Proyecto, se diseñó una matriz que coloca el listado de indicadores ambientales seleccionado, por cada componente ambiental, en el eje de las filas (horizontal); y el listado de actividades del Proyecto con potencial de generar efectos, en el eje vertical (columnas).

Mediante esta técnica es posible lograr un panorama extenso del conjunto de interacciones o impactos posibles, aunque en la práctica no todas las interacciones identificadas involucran impactos de importancia.

V.2.2 SELECCIÓN DE INDICADORES AMBIENTALES

Los indicadores ambientales son elementos, o variables, del medio ambiente que aportan información sobre los procesos ambientales y proporcionan la medida de la magnitud de los impactos, en términos cualitativos o cuantitativos.

La selección de indicadores ambientales es necesaria durante la evaluación, para acotar el análisis a los parámetros realmente relevantes de cada factor o componente del ambiente.

SUELO

Para este componente se analizan cuatro indicadores.

ESTABILIDAD GEOFÍSICA

Se revisan los efectos en la estabilidad del terreno, causados por el desmonte, depósito de material, estabilización geotécnica de la tepetatera, revegetación, construcción de obras de control de escorrentías y el monitoreo ambiental.

Se tienen en cuenta los siguientes factores:

- Estructura y características geológicas del sitio.
- Efectos de la precipitación y control de escurrimientos.
- Efectos de las medidas de control de escurrimientos y estabilización.

RELIEVE (TOPOGRAFÍA)

Se analiza el efecto que tienen la nivelación, compactación del terreno y los cortes requeridos para la rehabilitación de caminos, así como la conformación de la tepetatera, sobre la topografía del sitio. En el análisis se tiene en cuenta la extensión de las obras y actividades que implican modificaciones topográficas.

PÉRDIDA/EROSIÓN

Se analiza el efecto del Proyecto en términos de la pérdida de cobertura edáfica y la promoción o incremento de la erosión del suelo, proceso que determina en gran medida las propiedades físicas del suelo, como la estructura, profundidad, disponibilidad del agua, textura, color, porosidad, densidad, etc. Además, se analiza el efecto del despalde, rehabilitación de caminos, recolocación de suelo y la construcción de obras de sedimentación y control de escorrentías sobre la estructura del suelo, así como el efecto de estas actividades y la revegetación sobre la permeabilidad natural del suelo.

Los factores de análisis son:

- Extensión de la cobertura vegetal actual en el área del Proyecto.
- Superficie del terreno que será desmontada.
- Tipo de suelos y erodabilidad en las áreas de desmonte.
- Topografía del terreno.

- Regímenes hidrológicos del área.
- Hidrología superficial del sitio.
- Previsión de medidas de manejo topográfico y de control de erosión.
- Volumen de suelo que debe ser removido.
- Volumen de suelo que será recuperado.
- Extensión de las áreas de remoción.
- Extensión de las áreas de revegetación.
- Superficie ocupada por el Proyecto.
- Características del suelo.
- Características de las obras.
- Precipitación en el área.

Se cuenta con los valores de cobertura actual de la vegetación, superficie que será afectada, caracterización del suelo, topografía, régimen hidrológico e hidrología superficial del sitio, diseño del Proyecto respecto del manejo topográfico y de control de erosión física.

PROPIEDADES QUÍMICAS

Se analiza el riesgo de alterar las propiedades químicas del suelo por contaminación, como consecuencia de la ocurrencia de derrames de combustible, o lubricantes, durante la operación de maquinaria, así como por la generación de residuos, su manejo y el monitoreo ambiental.

Para tal efecto, se tienen en cuenta los siguientes factores:

- Estado operativo de la maquinaria.
- Mecanismos de control y supervisión para evitar derrames.
- Estrategias de manejo de residuos.

HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

Este componente se analiza a través de dos indicadores.

CONTAMINACIÓN (Y NIVELES DE SEDIMENTACIÓN)

Se revisa el grado en que el Proyecto incide en la sedimentación o azolvamiento de los cursos naturales de agua de la zona, como resultado del desmonte, despalme, recuperación de suelo y

la construcción de obras de sedimentación y control de escurrimientos. Se consideran los siguientes factores:

- Relieve de la zona.
- Localización de las áreas de ocupación.
- Superficie de ocupación del Proyecto.
- Efecto de las obras de control.

MODIFICACIÓN DE CURSO

Se revisa el efecto que tendrán la rehabilitación de caminos; depósito de material y la construcción de obras de control de escurrimientos, sobre los patrones de escurrimientos y aporte de agua. Se tienen en consideración los siguientes factores:

- Relieve del terreno.
- Dirección de los escurrimientos principales.
- Superficie de ocupación del Proyecto.
- Valores de precipitación local.
- Localización de obras.
- Efectos de las obras de control.

HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

Se evalúan los efectos del Proyecto sobre el componente a través de tres indicadores.

CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Se analiza el potencial de riesgo de contaminación del agua subterránea, por el derrame accidental de combustible y aceites de la maquinaria en operación, así como por la generación y manejo de residuos. Para ello, se consideran los siguientes factores:

- Caracterización del material estéril como no generador de ácido.
- Estado operativo de la maquinaria.
- Mecanismos de control y supervisión para evitar derrames.
- Duración de los trabajos de construcción.
- Efectividad de los planes de manejo de residuos.

UTILIZACIÓN DEL AGUA (DISPONIBILIDAD)

Se revisan los efectos del desmonte, la revegetación y la construcción de obras de control de escorrentías, sobre la disponibilidad de agua subterránea en la zona. Se tienen en cuenta factores como:

- Valores de precipitación local.
- Superficie de ocupación del Proyecto.
- Efectividad potencial de la revegetación y medidas de control.
- Autosuficiencia actual de la unidad minera para satisfacer sus requerimientos de agua sin necesidad de realizar extracciones adicionales, además del agua de laboreo.

ALTERACIÓN (CAPACIDAD) DE LA RECARGA

Se evalúa el efecto del desmonte, despalme, nivelación y compactación del terreno, recolocación de suelo fértil, revegetación, y construcción de obras de control de escorrentías, sobre la capacidad de recarga del acuífero. Para ello se consideran los siguientes factores:

- Superficie de ocupación del Proyecto.
- Permeabilidad natural del terreno.
- Relieve del sitio.
- Efectividad potencial de la revegetación y obras de control de escurrimientos.

BIODIVERSIDAD

Se evalúa la incidencia del Proyecto sobre la vegetación y fauna, a través de siete indicadores.

ABUNDANCIA DE FLORA

Se analiza el efecto del desmonte, el rescate de individuos y la revegetación en el área a la culminación del Proyecto, en relación con la estructura vegetal existente en la actualidad en el área de influencia del estudio. Para ello, se consideran los siguientes factores:

- Valor de importancia de las especies que se distribuyen en el área de influencia del estudio.
- Extensión del Proyecto.
- Homogeneidad de las asociaciones vegetales presentes.

V.2.3 ACTIVIDADES CON POTENCIAL DE IMPACTO AMBIENTAL

La selección de las actividades del Proyecto, potencialmente generadoras de efectos ambientales, se realizó con base en la experiencia del grupo consultor en la evaluación de proyectos del sector minero.

Especialmente, se procuró que las actividades elegidas reunieran los siguientes atributos recomendados por León Peláez (2002):

- *Relevancia.* Las actividades deben ser portadoras de información significativa y de real incidencia en la generación de impactos
- *Exclusividad.* Las actividades no deben solaparse entre sí
- *Determinabilidad.* Las actividades deben ser claramente identificables y valorables, por sí mismas

Con base en tales criterios de discriminación se seleccionaron 19 actividades del Proyecto para el análisis de los impactos ambientales (Tabla V.2).

Tabla V.2 Actividades del Proyecto con potencialidad de impacto.

ACTIVIDAD	ETAPA DE DESARROLLO DEL PROYECTO			
	PS	C	O	A
1. Contratación del personal				
2. Rescate de flora y fauna				
3. Desmante				
4. Remoción de suelo (Despalme)				
5. Recuperación y almacenamiento de suelo				
6. Obras de control de escorrentía				
7. Rehabilitación de caminos				
8. Trabajos de excavación, compactación y conformación del terreno				
9. Extracción y acarreo de material				
10. Depósito de material en tepetatera				
11. Operación de maquinaria				
12. Mantenimiento de maquinaria				
13. Traslado de personal e insumos				
14. Recolección y disposición adecuada de residuos				
15. Colocación de suelo recuperado				
16. Suavización de taludes				
17. Forestación y reforestación				
18. Bermas y cercas de protección				
19. Reincorporación de tierras a actividades productiva				

Dónde: PS = preparación del sitio; C = construcción; O = operación; A = cierre

V.2.4 IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES

Una vez determinadas las actividades del Proyecto con potencial de generar impactos y habiendo establecido los indicadores de impacto relevantes para cada factor ambiental, se procedió con la identificación de los efectos o interacciones susceptibles de ocurrir.

La identificación de los impactos potenciales se realizó con base en la experiencia adquirida en la evaluación de Proyectos similares, tomando como base el análisis del diagnóstico ambiental, la descripción del Proyecto, la lectura espacial del entorno y el trabajo de campo.

Como apoyo se empleó una matriz de Leopold modificada, a través de la cual se detectaron las interacciones posibles entre las distintas actividades del Proyecto (colocadas en las columnas) y los indicadores seleccionados (colocados en las filas).

En esta matriz se incorporó un criterio simple de valoración acerca de la naturaleza de la interacción, identificando con un numero uno negativo (-1) aquéllas que presentan un carácter adverso o negativo y un uno positivo (1) las de carácter positivo o benéfico (Tabla V.3).

Del análisis de la matriz indicada se observa que existen 138 interacciones o impactos posibles, 70 de los cuales se identifican como adversos y 68 como positivos.

Tabla V.3 Matriz de interacción de impactos ambientales del Proyecto *Tepetatera Oeste-Fase 2*. Clasificación Carácter, positivo=1 negativo=-1 neutro=celda vacía

Componente ambiental	Factor ambiental	Carácter ambiental	Etapas de preparación del sitio y construcción							Etapas de operación y mantenimiento						Etapas de abandono					Impacto -1 por indicador	Impacto 1 por indicador	Impacto -1 por componente	Impacto 1 por componente			
			Contratación del personal	Rescate de flora y fauna	Desmonte	Remoción de suelo	Recuperación y almacenamiento de suelo	Obras de control de escorrentía	Rehabilitación de caminos	Trabajos de excavación, compactación y conformación del terreno	Extracción y acarreo de material	Deposición de material en tepetatera (conformación de tepetatera)	Operación de maquinaria	Mantenimiento de maquinaria	Traslado de personal e insumos	Recolección y disposición adecuada de residuos	Colocación de suelo recuperado	Suavización de taludes	Forestación y reforestación	Bermas y cercas de protección					Reincorporación del tierras a actividades productiva		
Aire	Calidad	Concentración de Partículas suspendidas			-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				1			10	1	32	5			
		Concentración de gases contaminantes			-1		-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1				1			8	2					
	Forma de energía	Niveles de ruido			-1	-1		-1	-1	-1	-1	-1	1	-1				1			9	2					
Suelo	Geología	Niveles de Vibraciones			-1	-1			-1	-1	-1										5	0	10	13			
	Relieve y formas	Estabilidad geofísica			-1				-1								1	1			2	2					
		Topografía			-1			-1	-1		-1						1				4	1					
	Composición	Pérdida/Erosión			-1		1		-1								1	1	1		2	5					
Hidrología superficial		Propiedades químicas			-1		1		-1							1	1		1		2	5	6	2			
	Calidad	Contaminación			-1				-1							1		1			2	2					
	Procesos	Modificación de curso			-1			-1		-1											4	0					
Agua subterránea	Calidad	Contaminación														1	1				0	2	6	3			
	Cantidad	Utilización						-1													1	0					
	Procesos	Alteración de la recarga			-1	-1		-1	-1	-1								1			5	1					
Flora silvestre	Cantidad	Abundancia		1	-1												1		1		1	4	3	10			
		Diversidad		1														1			0	2					
	Procesos	Conservación de Especies NOM 059		1	-1														1		1	1					
		Conservación de especies de interés comercial		1	-1														1		1	3					
Fauna silvestre	Cantidad	Abundancia		1	-1				-1	-1								1	1	1	3	4	4	8			
		Diversidad		1														1			0	2					
	Procesos	Conservación de Especies NOM 059		1	-1														1		1	2					
Paisaje	Ecosistemas	Cobertura Vegetal		1	-1												1		1		1	4	9	12			
		Conservación de hábitat y corredores biológicos			-1				-1	-1						1	1		1		3	4					
	Calidad	Calidad visual			-1	-1			-1	-1					-1			1	1		1	5					
Población	Social	Salud pública																	1		0	2	0	15			
		Calidad de Vida	1						1									1			0	4					
	Economía	Generación de empleo	1	1																	1	0					
		Economía regional	1							1											1	0					
		Actividades productivas	1							1											1	0					
																						70	68	70	68		
Impacto -1 por actividad			0	0	14	10		1	5	12		11	5		6	3	0	3		0	0	0	0	70	138		
Impacto 1 por actividad			4	9	0	0		2	0	3		0	0		0	0	2	0		6	6	4	18	2		12	68
Impacto -1 por etapa			53										17					0					70				
Impacto 1 por etapa			18										8					42					68				

Tabla V.8. Matriz simplificada: Valores de Magnitud de interacciones ambientales.

Componente ambiental	Factor ambiental	Carácter ambiental	Etapas de preparación del sitio y construcción								Etapas de operación y mantenimiento						Etapa de abandono				
			Contratación del personal	Rescate de flora y fauna	Desmonte	Remoción de suelo	Recuperación y almacenamiento de suelo	Obras de control de escorrentía	Rehabilitación de caminos	Trabajos de excavación, compactación y conformación del terreno	Extracción y acarreo de material	Deposición de material en tepetatera (conformación de tepetatera)	Operación de maquinaria	Mantenimiento de maquinaria	Traslado de personal e insumos	Recolección y disposición adecuada de residuos	Colocación de suelo recuperado	Suavización de taludes	Forestación y reforestación	Bermas y cercas de protección	Reincorporación del tierras a actividades productiva
Aire	Calidad	Concentración de Partículas suspendidas			-13	-11	-8	-7	-8	-13	-13	-14	-10		-7				11		
		Concentración de gases contaminantes				-10		-7	-8	-11	-13	-10	-10	13	-7				11		
	Forma de energía	Niveles de ruido			-12	-10		-9	-8	-12	-12	-10	-11	7	-7				12		
		Niveles de Vibraciones			-11	-11			-8	-12	-12										
Suelo	Geología	Estabilidad geofísica				-11				-12								13	12		
	Relieve y formas	Topografía				-12			-8	-13		-15						11			
	Composición	Perdida/Erosión			-10		12		-8								11	10	12	11	
		Propiedades químicas				-13	10		-8							8	9		12	11	
Hidrología superficial	Calidad	Contaminación				-6				-7					10			12			
	Procesos	Modificación de curso			-10			-9		-9		-8									
Agua subterránea	Calidad	Contaminación													8	7					
	Cantidad	Utilización							-6												
	Procesos	Alteración de la recarga			-9	-9		-9	-9	-9									10		
Flora silvestre	Cantidad	Abundancia		11	-15												9		14	12	
		Diversidad		11															10		
	Procesos	Conservación de Especies NOM 059		11	-10																
		Conservación de especies de interés comercial		12	-10														10		12
Fauna silvestre	Cantidad	Abundancia		12	-14				-6	-6									10	10	9
	Procesos	Diversidad		11															10		
		Conservación de Especies NOM 059		13	-8														11		
Paisaje	Ecosistemas	Cobertura Vegetal		10	-12												9		13		12
		Conservación de hábitat y corredores biológicos			-12				-7		-10					11	9		10		12
	Calidad	Calidad visual			-15	-15			-10	-16		-17				11		12	10		9
Población	Social	Salud pública														14				7	
		Calidad de Vida	14						11										10		12
	Economía	Generación de empleo	15	7																	11
		Economía regional	15						15												9
		Actividades productivas	14						14												

Manifestación de Impacto Ambiental-Modalidad Particular
Tepetatera Oeste-Fase 2
Capítulo V

		terreno									
		Depósito de material en tepetatera	-1	1	1	2	1	1	2	-8	Compatible
Agua subterránea	Contaminación	Recolección y disposición adecuada de residuos	1	1	1	2	1	2	1	8	Bajo
		Colocación de suelo recuperado	1	1	1	1	1	2	1	7	Bajo
	Utilización	Rehabilitación de caminos	-1	1	1	1	1	1	1	-6	Compatible
	Alteración de la recarga	Desmante	-1	2	1	1	1	2	2	-9	Compatible
		Remoción de suelo	-1	1	1	2	1	2	2	-9	Compatible
		Obras de control de escorrentía	-1	1	1	2	1	2	2	-9	Compatible
		Rehabilitación de caminos	-1	1	2	1	1	2	2	-9	Compatible
		Trabajos de excavación, compactación y conformación de terreno	-1	2	2	2	1	1	1	-9	Compatible
		Forestación y reforestación	1	1	1	2	1	3	2	10	Mediano
Flora Silvestre	Abundancia	Rescate de flora y fauna	1	1	2	2	1	3	2	11	Mediano
		Desmante	-1	3	3	3	2	2	2	-15	Moderado
		Colocación de suelo recuperado	1	1	1	2	1	3	1	9	Bajo
		Forestación y reforestación	1	2	3	3	1	3	2	14	Mediano
		Reincorporación de las tierras a actividades productiva	1	1	3	3	1	3	1	12	Mediano
	Diversidad	Rescate de flora y fauna	1	1	2	2	1	3	2	11	Mediano
		Forestación y reforestación	1	1	1	2	1	3	2	10	Mediano
	Conservación de especies en riesgo (NOM-059)	Rescate de flora y fauna	1	1	2	2	1	3	2	11	Mediano
		Desmante	-1	1	1	2	1	3	2	-10	Moderado
	Conservación de especies de interés comercial	Rescate de flora y fauna	1	2	2	2	2	2	2	12	Mediano
		Desmante	-1	1	1	3	1	2	2	-10	Moderado
		Forestación y reforestación	1	1	1	2	1	3	2	10	Mediano
		Reincorporación de las tierras a actividades productiva	1	1	3	3	1	3	1	12	Mediano
Fauna silvestre	Abundancia	Rescate de flora y fauna	1	2	2	2	1	3	2	12	Mediano
		Desmante	-1	3	3	3	1	2	2	-14	Moderado
		Rehabilitación de caminos	-1	1	1	1	1	1	1	-6	Compatible
		Trabajos de excavación, compactación y conformación del terreno	-1	1	1	1	1	1	1	-6	Compatible
		Forestación y reforestación	1	1	1	2	1	3	2	10	Mediano
		Bermas y cercas de protección	1	1	1	2	1	3	2	10	Mediano
		Reincorporación de las tierras a actividades productiva	1	1	1	2	1	3	1	9	Bajo
	Diversidad	Rescate de flora y fauna	1	1	2	2	1	3	2	11	Mediano
		Forestación y reforestación	1	1	1	2	1	3	2	10	Mediano
	Conservación de especies en riesgo (NOM-059)	Rescate de flora y fauna	1	3	2	2	1	3	2	13	Mediano
		Desmante	-1	1	1	1	1	2	2	-8	Compatible
		Forestación y reforestación	1	1	2	2	1	3	2	11	Mediano
Paisaje	Cobertura Vegetal	Rescate de flora y fauna	1	1	1	2	1	3	2	10	Mediano
		Desmante	-1	3	3	3	1	2	2	-12	Moderado
		Colocación de suelo recuperado	1	1	1	2	1	3	1	9	Bajo

Manifestación de Impacto Ambiental-Modalidad Particular
Tepetatera Oeste-Fase 2
Capítulo V

Conservación de hábitat y corredores biológicos	Forestación y reforestación	1	1	3	3	1	3	2	13	Mediano
	Reincorporación de las tierras a actividades productiva	1	1	3	3	1	3	1	12	Mediano
	Desmonte	-1	3	3	3	1	2	2	-12	Moderado
	Rehabilitación de caminos	-1	1	1	1	1	1	2	-7	Compatible
	Extracción y acarreo de material	-1	1	1	2	1	2	3	-10	Moderado
	Recolección y disposición adecuada de residuos	1	2	1	2	1	3	2	11	Mediano
	Colocación de suelo recuperado	1	1	1	2	1	3	1	9	Bajo
	Forestación y reforestación	1	1	1	2	1	3	2	10	Mediano
	Reincorporación de las tierras a actividades productiva	1	1	3	3	1	3	1	12	Mediano
	Desmonte	-1	3	3	3	2	3	3	-15	Moderado
Calidad visual	Despalme	-1	3	3	3	2	3	3	-15	Moderado
	Rehabilitación de caminos	-1	2	2	2	1	1	2	-10	Moderado
	Trabajos de excavación, compactación y conformación de terreno	-1	3	3	3	2	2	3	-16	Severo
	Depósito de material en tepetatera	-1	3	3	3	2	3	3	-17	Severo
	Recolección y disposición adecuada de residuos	1	2	1	2	1	3	2	11	Mediano
	Suavización de taludes	1	1	1	2	2	3	3	12	Mediano
	Forestación y reforestación	1	1	1	2	1	3	2	10	Mediano
	Reincorporación de las tierras a actividades productiva	1	1	1	2	1	3	1	9	Bajo
	Recolección y disposición adecuada de residuos	1	3	3	3	2	2	1	14	Mediano
	Bermas y cercas de protección	1	1	1	1	1	3	1	7	Bajo
Población	Contratación del personal	1	3	3	3	2	2	1	14	Mediano
	Rehabilitación de caminos	1	2	2	2	2	2	1	11	Mediano
	Forestación y reforestación	1	1	1	2	1	3	2	10	Mediano
	Reincorporación de las tierras a actividades productiva	1	3	2	2	1	3	1	12	Mediano
	Contratación de personal y capacitación	1	3	3	3	3	2	1	15	Mediano
	Rescate de flora y fauna	1	1	1	2	1	1	1	7	Bajo
	Reincorporación de las tierras a actividades productiva	1	2	2	2	1	3	1	11	Mediano
	Contratación del personal	1	3	3	3	3	2	1	15	Mediano
	Rehabilitación de caminos	1	3	3	3	3	2	1	15	Mediano
	Reincorporación de las tierras a actividades productiva	1	2	2	2	1	1	1	9	Bajo
Economía Regional	Contratación del personal	1	3	3	3	2	2	1	14	Mediano
	Rehabilitación de caminos	1	3	3	3	2	2	1	14	Mediano
	Reincorporación de las tierras a actividades productiva	1	2	2	2	1	3	1	11	Mediano
Actividades productivas	Contratación del personal	1	3	3	3	2	2	1	14	Mediano
	Rehabilitación de caminos	1	3	3	3	2	2	1	14	Mediano
	Reincorporación de las tierras a actividades productiva	1	2	2	2	1	3	1	11	Mediano

V.4 ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

En los apartados siguientes se expone un análisis general de los resultados de la evaluación de los impactos ambientales potenciales del Proyecto, así como la descripción de los efectos negativos.

V.4.1 ANÁLISIS GENERAL

Como fue indicado con anterioridad, el análisis realizado aporta la identificación de 138 interacciones o impactos individuales posibles, entre las actividades del Proyecto y los componentes e indicadores ambientales seleccionados.

De esos impactos, 70 tienen carácter adverso o negativo y 68 son positivos (Tabla V.10).

Tabla V.10. Impactos (interacciones) por tipo y nivel de magnitud.

IMPACTOS ADVERSOS		IMPACTOS COMPATIBLES	IMPACTOS POSITIVOS		
Severos	Moderados	Compatibles	Altos	Medianos	Bajos
2	39	29	0	55	13
70				68	
138					

El 54.71 % de los efectos potencialmente negativos es de magnitud moderada (39), lo que significa que generan alteraciones en los componentes ambientales en una intensidad tal que es posible recuperar sus condiciones en cierto tiempo, mediante prácticas de mitigación relativamente simples. El 41.42 % es compatible (29), es decir que no obstante su naturaleza en esencia negativa, son de tan bajo puntaje que pueden considerarse nulos o mínimos; sólo el 2.85 % de los efectos potencialmente negativos son de magnitud severa (2).

Respecto de los impactos positivos, se observa que la mayoría (55) presentan niveles de magnitud mediana y se asocian con actividades que pueden crear condiciones, tendencias o procesos, que permitan a los componentes ambientales recuperar su calidad.

V.4.2 DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Como puede observarse en las matrices de valoración de impactos ambientales del Proyecto, existe una cantidad mayor de impactos negativos (70) que positivos (68); aunque varios de ellos están relacionados con un mismo indicador ambiental. Esta convergencia en un mismo indicador ambiental es resultado de la incorporación de una serie de especificaciones técnicas y

	supervisión. En el caso particular, el proyecto prevé la aplicación de estrictos planes para el manejo y disposición controlada de residuos, que tendrán un efecto positivo sobre el indicador.							
COMPONENTE AMBIENTAL:	AGUA SUPERFICIAL (CALIDAD)							
Indicador de impacto:	Niveles de sedimentación y contaminación							
Impacto:	Incremento en los niveles de sedimentación en el lecho de escurrimientos y arroyos							
Actividades que generan el impacto:	Desmonte, despalme.							
Etapas del proyecto en que se genera el impacto:	Preparación del sitio, operación.							
Caracterización del efecto global:	Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control	
	Negativo	Local	Mediano plazo	Simple	Temporal	Moderado	Mitigable	Impactos positivos
Evaluación:	La exposición del terreno como consecuencia del desmonte y despalme, crean condiciones que favorecen el efecto erosivo de los escurrimientos y la precipitación, promoviendo el arrastre de sedimentos y su acumulación en el lecho de los cursos de agua de la zona.							
	El efecto es de extensión local y mediano plazo, ya que se manifiesta primordialmente en los escurrimientos localizados aguas abajo de las áreas expuestas, cuando ha transcurrido al menos un ciclo anual de precipitaciones. Su persistencia es temporal, en la medida en que la exposición del terreno y la disponibilidad de material particulado sean sostenidas. El efecto presenta altas posibilidades de mitigación y existen, en el caso particular que se analiza, actividades previstas por el proyecto que generan impactos positivos en el control de la erosión y sedimentación, de magnitud alta y mediana, que contrarrestan la magnitud del efecto adverso. Tales actividades son la recuperación y almacenamiento de suelo, la construcción -de ser necesario- de obras de sedimentación y control de escorrentías e incluso el desvío de cauces principales, así como el permanente monitoreo de la zona para detectar las áreas en donde se requieran dichas obras. Asimismo, la restauración del sitio al concluir la vida útil de la mina, evitará que permanezcan áreas expuestas.							
COMPONENTE AMBIENTAL:	AGUA SUPERFICIAL (PROCESOS)							
Indicador de impacto:	Modificación de curso							
Impacto:	Modificación del curso natural de los escurrimientos superficiales							
Actividades que generan el impacto:	Rehabilitación de caminos, depósito de tepetate.							
Etapas del proyecto en que se genera el impacto:	Preparación del sitio, construcción, operación.							
Caracterización del efecto global:	Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control	
	Negativo	Local	Corto plazo	Simple	Temporal	Moderado	Mitigable	Impactos positivos
Evaluación:	La exposición del terreno como consecuencia del desmonte y despalme, así como su posterior ocupación con el apilamiento de material en la tepetatera, favorecen en su conjunto condiciones que distorsionan los patrones naturales de escurrimiento superficial del sitio.							
	Dado que el proyecto considera reducir las superficies y tiempo de exposición del terreno, con avances por frentes de trabajo programados y secuenciales; construir cuando se requieran obras de sedimentación y control de escurrimientos que reducirán el efecto adverso por la ocurrencia de impactos positivos de prevención y mitigación; y desarrollar un programa de revegetación de áreas afectadas, la extensión del impacto se considera local, con persistencia temporal y valores de magnitud y significancia moderados Dichas obras generarán un impacto positivo de magnitud mediana, ya que permiten desviar el curso del agua en las áreas donde la seguridad operativa lo requiere, para posteriormente re-encauzarlos hacia escurrimientos naturales.							

Manifestación de Impacto Ambiental-Modalidad Particular
Tepetatera Oeste-Fase 2
Capítulo V

COMPONENTE AMBIENTAL:		AGUA SUBTERRÁNEA (CALIDAD)							
Indicador de impacto:		Contaminación							
Impacto:		Contaminación del agua subterránea							
Actividades que generan el impacto:		Depósito de tepetate, operación de maquinaria, generación de residuos.							
Etapas del proyecto en que se genera el impacto:		Preparación del sitio, construcción, operación.							
Caracterización del efecto global:		Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control	
		Compatible	Puntual	Corto plazo	Simple	Temporal	Compatible	Previsible Impactos positivos	
Evaluación:		El depósito de material estéril (en la tepetatera), la operación de maquinaria, así como la generación de residuos, son actividades potencialmente generadoras de contaminación del agua subterránea. El efecto es de extensión local y mediano plazo en el caso del depósito de material estéril; y puntual y de corto plazo en los restantes. Se considera que la significancia global del efecto es compatible o mínima, debido a que la caracterización del material estéril a través de pruebas de contabilidad de ácido base y dinámicas, indica que el tepetate que será depositado tiene baja probabilidad de generación de drenaje ácido. Asimismo, en el caso de la operación de maquinaria y la liberación de residuos líquidos (lubricantes y combustibles) es poco probable que ocurra y puede prevenirse satisfactoriamente mediante medidas de control, mantenimiento preventivo, la implementación de planes de manejo de residuos y el monitoreo ambiental. La implementación de tales medidas de protección ambiental, incluidas como parte del proyecto, tendrá impactos positivos de prevención de la contaminación, de magnitudes y significancia altas.							
COMPONENTE AMBIENTAL:		AGUA SUBTERRÁNEA (CANTIDAD)							
Indicador de impacto:		Disponibilidad							
Impacto:		Disminución de la disponibilidad local de agua							
Actividades que generan el impacto:		Desmante.							
Etapas del proyecto en que se genera el impacto:		Preparación del sitio, operación.							
Caracterización del efecto global:		Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control	
		Negativo	Local	Mediano plazo	Simple	Temporal	Moderado	Mitigable Impactos positivos	
Evaluación:		La disminución de la disponibilidad local de agua se relaciona con la reducción de los volúmenes infiltración y recarga a consecuencia del desmante de áreas del terreno. Considerando la amplia proporción de la superficie total del terreno adyacente que mantendrá su cobertura vegetal, el impacto global sobre la disponibilidad local de agua es de magnitud moderada y mitigable. Los trabajos de revegetación que se efectuarán en las áreas perturbadas y la construcción de obras de control de escurrimientos que están previstas, generarán impactos positivos sobre este componente, de magnitud y significancia equivalentes a los del impacto adverso.							
COMPONENTE AMBIENTAL:		AGUA SUBTERRÁNEA (PROCESOS)							
Indicador de impacto:		Capacidad de recarga							
Impacto:		Disminución de la capacidad de recarga del agua subterránea							
Actividades que generan el impacto:		Desmante, despalle, nivelación y compactación.							
Etapas del proyecto en que se genera el impacto:		Preparación del sitio, construcción, operación							
Caracterización del efecto global:		Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control	
		Negativo	Puntual	Mediano	Simple	Temporal	Moderado	Mitigable Impactos	

Evaluación:	plazo positivos							
	El desmonte, despalme, nivelación y compactación tienen en conjunto un impacto negativo en la capacidad de recarga del agua subterránea, al disminuir la retención del agua superficial por pérdida de vegetación y suelo, así como por el efecto de "sellamiento" o impermeabilización de las áreas del terreno compactadas. No obstante, además de ser temporal y localizado exclusivamente en las áreas de ocupación del proyecto, el impacto es susceptible de ser mitigado. Actividades como el retiro de maquinaria al final de la vida útil de la mina, la recolocación de suelo fértil, la forestación y revegetación en las áreas afectadas al igual que la construcción de obras de control de escorrentías, generarán impactos positivos en la capacidad de recarga, de magnitud mediana, que mitigarán o contrarrestarán el efecto adverso.							
COMPONENTE AMBIENTAL:		FLORA SILVESTRE (CANTIDAD)						
Indicador de impacto:		Diversidad						
Impacto:		Conservación de la diversidad de flora silvestre						
Actividades que generan el impacto:		Rescate de flora y fauna, revegetación						
Etapas del proyecto en que se genera el impacto:		Preparación del sitio, construcción, operación						
Caracterización del efecto global:		Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control
Evaluación:		Positivo	Local	Corto plazo	Simple	Permanente	Mediana	No aplica
		El rescate de vegetación (germoplasma principalmente), las labores de revegetación y el permanente monitoreo ambiental, asegurarán que durante el desarrollo del proyecto se conserve la diversidad de especies vegetales presente actualmente en el sitio.						
COMPONENTE AMBIENTAL:		FLORA SILVESTRE (PROCESOS)						
Indicador de impacto:		Conservación de especies en riesgo						
Impacto:		Conservación de especies en riesgo						
Actividades que generan el impacto:		Rescate de vegetación, revegetación, monitoreo						
Etapas del proyecto en que se genera el impacto:		Preparación del sitio, construcción, operación						
Caracterización del efecto global:		Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control
Evaluación:		Positivo	Local	Corto plazo	Simple	Permanente	Mediana	No aplica
		Si bien en el área de ocupación del proyecto se encontró una especie catalogadas por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, se procurará la recuperación de semillas y plántulas de estos ejemplares durante los trabajos de preparación, construcción y operación, con el propósito de enriquecer la producción de planta en vivero y utilizar tales ejemplares en las tareas de revegetación previstas en el Programa de Restauración Ambiental de la Unidad Minera Piedras Verdes.						
Indicador de impacto:		Conservación de especies de interés comercial						
Impacto:		Reducción de la cobertura forestal de especies de interés comercial						
Actividades que generan el impacto:		Desmonte						
Etapas del proyecto en que se genera el impacto:		Preparación del sitio, operación						
Caracterización del efecto global:		Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control
Evaluación:		Negativo	Local	Corto plazo	Simple	Temporal	Moderado	Mediana Impactos positivos
		El desmonte de las áreas de ocupación del proyecto, significará la pérdida de superficie forestal con comunidades vegetales, sin embargo, en estas comunidades no hay presencia de especies de interés comercial. El impacto se valora como local, con expresión en el corto plazo y significancia moderada, ya que se el retiro de vegetación se limitará a la superficie del polígono, en el cual se conservará una proporción importante de la vegetación						

actualmente existente.

Asimismo, se considera temporal, en la medida en que el proyecto incluye actividades de revegetación que generarán un efecto positivo en el componente, permitiendo, en el largo plazo, recuperar la cobertura forestal en las áreas afectadas.

COMPONENTE AMBIENTAL:		FAUNA SILVESTRE (CANTIDAD)							
Indicador de impacto:		Abundancia							
Impacto:		Disminución de la abundancia de las poblaciones de fauna silvestre en el sitio							
Actividades que generan el impacto:		Desmonte, acarreo y depósito de material, operación de maquinaria, transporte de personal e insumos.							
Etapas del proyecto en que se genera el impacto:		Preparación del sitio, construcción, operación							
Caracterización del efecto global:		Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control	
		Negativo	Local	Corto plazo	Simple	Temporal	Moderado	Previsible	Impactos positivos
Evaluación:		En general, todas las actividades del proyecto que involucran la ocupación del terreno, la generación de ruido y el movimiento frecuente de vehículos y maquinaria, generan un efecto negativo en la presencia de fauna silvestre, que se considera equivalente a la disminución de la abundancia de las poblaciones actualmente presentes en el sitio. Ello no significa, sin embargo, que el desarrollo del proyecto ponga en riesgo la integridad de las poblaciones en el contexto regional, ya que la superficie que conservará su cobertura vegetal, aportará a los individuos que serán desplazados de las áreas de ocupación del proyecto, condiciones para su desarrollo similares a las que actualmente tienen. El efecto, valorado como local, temporal y moderado en magnitud, es asimismo previsible, mediante técnicas de rescate y ahuyentamiento que permitan el desplazamiento seguro de los individuos hacia áreas que no serán perturbadas. Para este indicador, el rescate de fauna previsto por el proyecto tendrá un impacto positivo de magnitud alta, lo mismo que la revegetación y el desmantelamiento y retiro de instalaciones que se realizarán en la etapa de cierre y el monitoreo permanente de las poblaciones. Una vez que concluyan las actividades del proyecto, se generarán condiciones que favorecerán el retorno paulatino de la fauna al sitio.							
Indicador de impacto:		Diversidad							
Impacto:		Conservación de la diversidad de fauna silvestre del sitio							
Actividades que generan el impacto:		Rescate de fauna silvestre, revegetación							
Etapas del proyecto en que se genera el impacto:		Preparación del sitio, construcción, operación							
Caracterización del efecto global:		Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control	
		Positivo	Local	Corto plazo	Simple	Permanente	Alta	No aplica	
Evaluación:		Las actividades de rescate, acompañadas de estrictas medidas de capacitación a los trabajadores de la mina respecto de la conservación de la fauna, el desarrollo de un programa permanente de monitoreo ambiental y la revegetación prevista en la etapa de cierre del proyecto, generarán un impacto positivo en la conservación de la diversidad de especies actualmente presente en el sitio.							
COMPONENTE AMBIENTAL:		FAUNA SILVESTRE (PROCESOS)							
Indicador de impacto:		Conservación de especies en riesgo							
Impacto:		Conservación de especies en riesgo							
Actividades que generan el impacto:		Rescate de fauna silvestre, revegetación							
Etapas del proyecto en que se genera el impacto:		Preparación del sitio, construcción, operación							
Caracterización del efecto global:		Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control	

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Una constante en la planificación de los Proyectos promovidos por Cobre del Mayo S.A. de C.V. ha sido la realización de los estudios técnicos necesarios por parte de un grupo multidisciplinario de empresas y profesionistas, que han aportado los elementos clave para el diseño de las operaciones y la definición de las prácticas ambientales idóneas a cada caso para prevenir y mitigar los efectos ambientales.

Basado en esos estudios, la planeación del presente Proyecto ha tomado en cuenta una serie de medidas y acciones de gestión ambiental que permitirán realizar las operaciones pretendidas en concordancia con los estándares de sustentabilidad ambiental que establecen tanto la normatividad nacional como las mejores prácticas en el contexto internacional; cabe recordar también, que las acciones de gestión ambiental consideradas, se integrarán a los planes de manejo y mitigación ambiental que en estos momentos se aplican durante la operación de la Unidad Minera Piedras Verdes, mismos que a su vez, están enfocadas a lograr un desempeño armónico con el desarrollo sostenible de la región, estableciendo un adecuado balance entre la perturbación o impactos causados por las operaciones mineras y la capacidad del SA para recuperar sus condiciones y estabilidad.

Así, un análisis detallado del contexto ambiental y el conocimiento de diversos Proyectos mineros en operación, permite afirmar que este Proyecto no presenta situaciones fuera de lo común, para este tipo de actividades, que requieran de medidas especiales o tecnológicas distintas a las que actualmente se utilizan en el sector.

Es importante destacar que, para los efectos adversos que se proyectan, se cuenta con medidas de mitigación o control. En el caso de los impactos residuales, aunque no son susceptibles de prevención, dada su naturaleza, se cuenta con acciones de mitigación y control.

Las medidas que se proponen a la autoridad ambiental son de cuatro tipos:

- a) *Medidas preventivas.* Orientadas a evitar la ocurrencia de efectos negativos. La disponibilidad de estas medidas es esencial para reducir los costos ambientales del

Proyecto y asegurar que su desarrollo se conduzca dentro límites de afectación ambiental aceptables por la normatividad.

- b) *Medidas de mitigación.* Encaminadas a la atenuación de los impactos negativos inevitables, para mantenerlos en niveles aceptables en el marco de la normatividad o la capacidad de carga del SA.
- c) *Medidas de restauración.* Enfocadas a restituir las condiciones preexistentes en un escenario ambiental que ha sido deteriorado, una vez que las fuentes de perturbación han desaparecido. También se conocen como medidas de rehabilitación o recuperación. Normalmente, forman parte de los requerimientos establecidos por la normatividad o autoridad ambiental.
- d) *Medidas de control.* Establecidas para asegurar que las actividades se desarrollen en las circunstancias planeadas y no excedan las condiciones de aceptabilidad establecidas por el Proyecto, establecidas por la autoridad, generando solamente efectos adversos previsibles o mitigables.

Algunas de las medidas identificadas tienen aplicación general, es decir, poseen efectos favorables para la prevención o atenuación de impactos en más de un factor ambiental; otras, en cambio, son específicas a un solo factor ambiental, algún componente u obra del proyecto, o alguna etapa de éste.

Adicionalmente, se incluyen medidas orientadas a la prevención o mitigación de efectos asociados con actividades que, aunque no fueron consideradas relevantes en la evaluación por no generar impactos probables, significativos, acumulativos o residuales, se integran al conjunto de acciones previstas por la empresa.

VI.1 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

Con base en la identificación y evaluación de los impactos ambientales potenciales del Proyecto, se analizaron las medidas de control -con probabilidades efectivas de aplicación- en cada una de las etapas del desarrollo.

Por tanto, las tablas siguientes tienen como objetivo el mencionar las acciones que se implementarán con el fin de prevenir y mitigar los impactos ambientales identificados y, en su caso, rehabilitar o compensar las condiciones prevalecientes en el predio, previamente al desarrollo del Proyecto.

Es importante indicar que el impacto del Proyecto sobre la superficie del terreno es directo y que los principales aspectos para la mitigación de los impactos identificados, se basan

ampliamente en lo considerado en los **programas de restauración ambiental** que la empresa ha elaborado para la UMPV.

Así, con la finalidad de prevenir, mitigar y/o compensar los impactos ambientales potenciales a generarse por el Proyecto, se recapitula y proponen una serie de medidas de mitigación, mismas que serán supervisadas y evaluadas –en primera instancia- por el responsable técnico designado por la empresa.

Adicionalmente, es preciso recordar que la empresa cuenta (en la misma Unidad Minera) con un área especializada en temas ambientales y de seguridad, que mantiene una estricta supervisión de las actividades de la propia unidad y que integrará en sus planes de supervisión a las áreas y actividades que conforman el Proyecto, todo esto contribuye a asegurar que, en todo momento, se cumpla con las regulaciones ambientales y las medidas y acciones de control propuestas a continuación:

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE

Impacto a prevenir:	Incremento en la concentración de partículas suspendidas.
Actividades generadoras:	Desmante Remoción del suelo Acarreo y Depósito de material en tepetatera Operación de maquinaria
Etapas del proyecto en que se aplicarán las medidas:	Preparación del sitio Construcción Operación Cierre
Medidas que se aplicarán Para prevenir y mitigar el levantamiento y la dispersión de partículas de polvo en las áreas del predio donde se realizarán las actividades de preparación del sitio y construcción, así como en los caminos, se aplicarán riegos de agua en el suelo, cuando sea necesario y con la frecuencia que se requiera. El desmante se realizará de manera programada, con el propósito de evitar dejar áreas del terreno expuestas de forma innecesaria. El suelo fértil de las áreas de ocupación del proyecto, se recuperará y almacenará en el “almacén de suelo fértil” de la Unidad Minera Piedras Verdes, un sitio especialmente destinado y con las características de contención y protección necesarias para que el material no se disperse en el aire. En las áreas adyacentes a las zonas de seguridad de la tepetatera, así como en torno a las instalaciones, se mantendrá la vegetación natural, de manera que se cuente con cortinas vegetales que amortigüen la dispersión de partículas fuera del polígono. En la etapa de cierre se realizará la revegetación de las áreas del terreno expuestas que sean susceptibles de ello, con el propósito de lograr el establecimiento de una cobertura vegetal que mitigue el efecto de la erosión eólica. Se aplicará un programa permanente de monitoreo ambiental que considerará, entre otros rubros, la evaluación de la calidad del aire en relación con la concentración de partículas suspendidas totales.	
Efectos esperados La aplicación de las medidas propuestas deberá contribuir a prevenir y mitigar la dispersión de partículas de polvo, reduciendo con ello la concentración de partículas suspendidas totales en el aire, así como a detectar y aplicar oportunamente cualquier acción correctiva que sea necesaria.	
Impacto a prevenir:	Incremento en la concentración de gases contaminantes.
Actividades generadoras:	Preparación del sitio (desmante y despalme) Acarreo y Deposición de material en tepetatera Operación de maquinaria y vehículos
Etapas del proyecto en que se aplicarán las medidas:	Preparación del sitio, Construcción

Actividades generadoras: Desmonte y despalme
Rehabilitación de caminos
Conformación de tepetatera

Etapas del proyecto en que se aplicarán las medidas: Preparación del sitio
Construcción
Operación

Medidas que se aplicarán

El retiro de vegetación se realizará estrictamente en las áreas indispensables para el óptimo desarrollo del proyecto; se evitará afectar las superficies del polígono que conservarán su vegetación natural, de manera que éstas conserven su función como zonas de retención y recarga de agua.

La construcción de obras de control de escurrimientos evitará la erosión de las áreas que conservarán su vegetación natural, permitiendo con ello que éstas mantengan su función en la retención y recarga del agua subterránea.

En la etapa de cierre, el retiro de maquinaria, la colocación de suelo fértil y la revegetación de las áreas afectadas, generarán condiciones que favorezcan la capacidad de recarga del área.

Efectos esperados

La aplicación de las medidas propuesta mitigará los efectos del proyecto en la disminución de la capacidad de recarga del agua subterránea.

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA

Impacto a lograr: Conservación de la abundancia y diversidad de flora silvestre.

Actividades generadoras: Rescate de vegetación
Forestación y reforestación

Etapas del proyecto en que se aplicarán las medidas: Preparación del sitio
Construcción
Operación
Cierre

Medidas que se aplicarán

Previamente al retiro de la vegetación, se desarrollará un programa de rescate de los elementos vegetales que, en razón de su talla y condición, tengan probabilidades reales de sobrevivencia.

Se aplicarán acciones de revegetación y monitoreo ambiental, que garanticen la conservación de la diversidad específica de la flora silvestre presente actualmente en el sitio.

La revegetación de las áreas afectadas por el desarrollo del proyecto, se realizará con especies características de las asociaciones vegetales actualmente presentes en el sitio.

Efectos esperados

La aplicación de las medidas propuesta generará un efecto positivo en la conservación de la diversidad de flora silvestre.

Impacto a lograr: Conservación de especies vegetales en riesgo y/o de interés comercial.

Actividades generadoras: Rescate de vegetación
Forestación y reforestación

Etapas del proyecto en que se aplicarán las medidas: Preparación del sitio
Construcción
Operación
Cierre

Medidas que se aplicarán

En la etapa de preparación del sitio y durante el avance gradual de la conformación de la tepetatera, el retiro de la vegetación se realizará exclusivamente en las áreas requeridas para el desarrollo del proyecto.

El vivero de la unidad minera resguardará temporalmente los ejemplares vegetales rescatados que así lo requieran y permitirá la producción de plantas que se emplearán en los trabajos de reforestación y restauración.

Se procurará la recuperación de semillas y plántulas de especies, con el propósito de enriquecer la producción de planta en vivero y utilizar tales ejemplares en las tareas de revegetación previstas en el programa de restauración ambiental del proyecto.

Efectos esperados

La aplicación de las medidas propuesta, así como las restricciones de aprovechamiento del terreno que imponga la autoridad ambiental en materia de cambio de uso del suelo, favorecerán la conservación de las especies que se distribuye en el polígono minero.

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA

Impacto a prevenir: Disminución de la abundancia de las poblaciones de fauna silvestre del sitio.

Actividades generadoras: Desmonte
Rehabilitación de caminos

Etapas del proyecto en que se aplicarán las medidas:	Trabajos de conformación de la tepetatera
	Preparación del sitio
	Construcción
	Operación
	Cierre

Medidas que se aplicarán

El retiro de la vegetación se realizará exclusivamente en las áreas requeridas para el desarrollo del proyecto; se conservará sin afectación parte del terreno que albergan vegetación forestal, que aportarán a los individuos de fauna que se verán desplazados de las áreas de ocupación, condiciones favorables para su desarrollo y sobrevivencia.

Previamente al retiro de la vegetación, se desarrollará un programa de rescate de fauna silvestre en toda la superficie de ocupación del proyecto. El rescate se enfocará en ejemplares de vertebrados terrestres del grupo de los reptiles y mamíferos, a través de técnicas de ahuyentamiento que favorezcan el desplazamiento autónomo de los ejemplares; únicamente en ejemplares de lento desplazamiento se emplearán métodos de captura. En el caso de las aves, se procurará la recuperación de nidos y su traslocación hacia las áreas adyacentes de vegetación que no serán perturbadas.

El retiro de vegetación se realizará de forma programada, gradual y direccional, con el propósito de permitir el desplazamiento autónomo de los animales hacia las zonas colindantes que no conservarán su vegetación original.

Los trabajadores recibirán capacitación respecto de la importancia de la conservación de la fauna silvestre; se prohibirá la caza o captura de ejemplares de cualquier especie y se les informará sobre las acciones requeridas para evitar el daño o muerte imprudencial de ejemplares por el manejo de maquinaria.

La revegetación de las áreas afectadas por el desarrollo del proyecto que se realizará en la etapa de cierre, promoverá a largo plazo la existencia de condiciones favorables para el repoblamiento natural de fauna silvestre.

Efectos esperados

La aplicación de las medidas propuestas contribuirá a prevenir que el desarrollo del proyecto ponga en riesgo la integridad de las poblaciones de fauna silvestre de la región; así como a mitigar la disminución de la abundancia de las poblaciones de fauna silvestre dentro del polígono minero. A largo plazo, las acciones de restauración ambiental favorecerán el repoblamiento natural del sitio.

Impacto a lograr:

Conservación de especies en riesgo.

Actividades generadoras:	Rescate de fauna
	Forestación y reforestación
Etapas del proyecto en que se aplicarán las medidas:	Preparación del sitio
	Construcción
	Operación
	Cierre

Medidas que se aplicarán

Las medidas mencionadas serán aplicadas independientemente de que las especies sean o no catalogadas bajo protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El retiro de la vegetación se realizará exclusivamente en las áreas requeridas para el desarrollo del proyecto; se conservará sin afectación parte del terreno que albergan vegetación forestal, que aportarán a los individuos de fauna que se verán desplazados de las áreas de ocupación, condiciones favorables para su desarrollo y sobrevivencia.

Previamente al retiro de la vegetación, se aplicará un programa de rescate de fauna silvestre en toda la superficie de ocupación del proyecto, este programa ya ha sido empleado en etapas anteriores de la Unidad Minera Piedras Verdes.

El rescate se enfocará en ejemplares de vertebrados terrestres del grupo de los reptiles y mamíferos, a través de técnicas de ahuyentamiento que favorezcan el desplazamiento autónomo de los ejemplares. Únicamente en ejemplares de lento desplazamiento se emplearán métodos de captura, enfocando los esfuerzos en los reptiles.

Se pondrá especial atención al rescate y reubicación de las especies *Lithobates forreri*, *Crotalus basiliscus*, mismas que se catalogan como especies Sujeta a Protección Especial y de la especie *Callisaurus draconoides* considerada como Amenazada.

En el caso de las aves, se procurará la recuperación de nidos y su traslocación hacia las áreas adyacentes de vegetación que no serán perturbadas.

El retiro de vegetación se realizará de forma programada, gradual y direccional, con el propósito de permitir el desplazamiento autónomo de los animales hacia las zonas colindantes que no conservarán su vegetación original.

Los trabajadores recibirán capacitación respecto de la importancia de la conservación de la fauna silvestre; se prohibirá la caza o captura de ejemplares de cualquier especie y se les informará sobre las acciones requeridas para evitar el daño o muerte imprudencial de ejemplares por el manejo de maquinaria.

La revegetación de las áreas afectadas por el desarrollo del proyecto que se realizará en la etapa de cierre, promoverá a largo plazo la existencia de condiciones favorables para el repoblamiento natural de fauna silvestre.

Efectos esperados

La aplicación de las medidas propuesta, así como las restricciones de aprovechamiento del terreno que imponga la autoridad ambiental en materia de cambio de uso del suelo, favorecerán la conservación de las especies catalogadas por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 que se distribuye en el polígono minero.

COMPONENTE AMBIENTAL: PAISAJE
Impacto a prevenir: Disminución de la cobertura vegetal.

Actividades generadoras:	Desmonte.
Etapas del proyecto en que se aplicarán las medidas:	Preparación del sitio Construcción Operación Cierre

Medidas que se aplicarán

En el vivero de la unidad minera se resguardará temporalmente los ejemplares vegetales rescatados que así lo requieran y se permitirá la producción de plantas que se emplearán en los trabajos de reforestación y restauración. En la etapa de preparación del sitio y durante el avance gradual de la conformación del terrero, el retiro de la vegetación se realizará exclusivamente en las áreas requeridas para el desarrollo del proyecto. Para prevenir la pérdida de cobertura forestal por incendios, se realizarán regularmente obras de prevención y se conformarán, equiparán y capacitarán brigadas de combate. En la etapa de cierre, se desarrollará un programa de restauración ambiental, estrictamente monitoreado, que permitirá recuperar, en el largo plazo, la cobertura vegetal de una proporción importante de las áreas afectadas por la ejecución del proyecto.

Efectos esperados

La aplicación de las medidas propuesta mitigará a largo plazo la pérdida de cobertura vegetal como consecuencia del desarrollo del proyecto.

Impacto a prevenir: Deterioro de la calidad visual del paisaje.

Actividades generadoras:	Desmonte Deposición de material en tepetatera
Etapas del proyecto en que se aplicarán las medidas:	Preparación del sitio Construcción Operación Cierre

Medidas que se aplicarán

El retiro de la vegetación se realizará estrictamente en las áreas indispensables, con el fin de evitar afectar las superficies que no sean necesarias. La conformación de la tepetatera se ajustará rigurosamente a la superficie del polígono autorizado; para asegurar que así ocurra, previamente al inicio de los trabajos de explotación se realizará el deslinde de cada superficie. Conforme se avance en el plan de operación (de la Unidad Minera Piedras Verdes) iniciarán las labores de restauración en las áreas que queden inactivas. En el área de tepetatera, siempre que se requiera, se realizará la rectificación o corrección de taludes en perfiles estables. Posteriormente se repondrá la mayor cantidad posible de suelo orgánico en la medida de su disponibilidad y de las pendientes finales, y se efectuará su revegetación. Una vez desmanteladas las instalaciones no permanentes del proyecto y habiendo concluido la limpieza del terreno, se realizará la corrección topográfica de los sitios afectados y la colocación de suelo orgánico en la medida de su disponibilidad; finalmente se realizará la reforestación.

Efectos esperados

El retiro de las estructuras no permanentes del proyecto, la mitigación de las modificaciones del relieve y la restauración y reforestación de las áreas alteradas, contribuirán a recuperar parcialmente los valores estéticos y ecosistémicos del paisaje.

VI.2 IMPACTOS RESIDUALES

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA-LGEEPA) señala, en su artículo tercero, fracción X que un impacto ambiental residual es “*el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación*”.

Para el Proyecto **Tepetatera Oeste-Fase 2**, se hizo –además del análisis de impactos- un ejercicio de identificación de impactos ambientales residuales, esta identificación es producto de

un nuevo análisis de impactos potenciales considerando un escenario del Proyecto en el cual las medidas de mitigación planteadas fueron aplicadas de manera eficaz.

La evaluación para identificar impactos residuales del Proyecto se concentró en los impactos significativos identificados, esto se debió a que los impactos identificados como no significativos se verán reducidos en su importancia y magnitud al aplicar las medidas correspondientes.

Como resultado de dicho análisis se obtuvo que, en un escenario en el cual las medidas de prevención, mitigación y compensación planteadas, sean aplicadas eficazmente, dos impactos producto de las actividades del Proyecto son los que se pueden considerar como residuales:

1. Modificación del relieve.
2. Deterioro de la calidad visual del paisaje.

VI.2.1 MODIFICACIÓN DEL RELIEVE

La alteración de la topografía natural del terreno será consecuencia de la depositación de material en la tepetatera.

Dos de las actividades del Proyecto tendrán incidencia en la modificación del perfil topográfico del sitio:

- Desmonte.
- Depósito de tepetate (tepetatera).

No se incluyen en el análisis de este impacto los posibles cortes del terreno para el mantenimiento del camino de acceso toda vez que, por tratarse de cortes pequeños y muy localizados, su relevancia es mínima, en términos de su magnitud y alcance espacial, comparativamente con los efectos derivados del depósito (tepetate).

La conformación de la tepetatera posee un nivel de incidencia o perturbación en el relieve calificado –en términos generales- como moderado, ya que la modificación del perfil topográfico de los sitios particulares de localización será total como consecuencia del depósito del tepetate. El desmonte por su parte, tiene poca incidencia sobre el relieve.

Los efectos sobre el perfil topográfico son de carácter inevitable; considerados como permanentes -en cuanto al depósito de tepetate-, el desmonte se considera temporal, de duración media y parcialmente reversible. Ambas actividades se consideran –para su extensión- como puntales.

Respecto de la relevancia, ésta se valora como muy significativa para todas las actividades, ya que los efectos asociados son acumulativos y sinérgicos, además de que las probabilidades de control son pocas.

No obstante que la valoración integral del impacto aporta una calificación de alta significancia, es de tener en cuenta que, como se indicó, la magnitud es moderada y ésta podrá disminuirse más en la medida en que:

- Se reviertan los efectos individuales del desmonte a través de las prácticas de reforestación previstas en la mayor parte de las superficies afectadas.
- Se efectúen las prácticas de restauración de superficie en el área.

Es factible considerar que, si las acciones de cierre y restauración indicadas se realizan de manera efectiva, en el largo plazo la calidad visual del paisaje en la zona propuesta para albergar al Proyecto, actualmente considerada como baja, retornará al mismo nivel en gran parte de las áreas afectadas a condiciones, es decir, el impacto será reversible mediante la aplicación de las medidas de compensación y restauración ambiental.

VI.2.3 OTROS IMPACTOS

Los impactos relacionados con la pérdida de suelo y de cobertura vegetal pueden considerarse residuales en lo que concierne a la estructura que actualmente presentan estos componentes. Sin embargo, se estima que los impactos sobre el suelo y la vegetación son reversibles a corto, mediano y largo plazo, mediante la aplicación de las medidas de recuperación, almacenamiento y restitución del suelo fértil, así como la restauración y revegetación del sitio.

tepetate. Lo anterior le confiere una significancia moderada sin las acciones pertinentes de prevención y mitigación.

VII.2.5 GENERACIÓN DE INESTABILIDAD GEOFÍSICA DEL TERRENO

Debido a su naturaleza y origen, la conformación de facilidades como la tepetatera, se conciben como formaciones inestables del terreno, por ello se considera el impacto con una significancia alta.

VII.2.6 ALTERACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA NATURAL DEL TERRENO

La alteración de la topografía natural del terreno es uno de los impactos residuales inherentes a las actividades del Proyecto, esencialmente por lo que toca a la conformación de la tepetatera y el depósito de roca, las posibilidades de mitigación y restauración son poco viables, por su elevado costo y las dificultades técnicas de nivelar la tepetatera, así como los impactos adversos asociados con estas últimas actividades.

La ejecución de los trabajos de mantenimiento de caminos de acceso no representará ningún impacto significativo sobre el relieve. No obstante, la ya mencionada conformación de la tepetatera, sí tendrán una incidencia acentuada en el perfil topográfico del terreno y constituirán el mayor impacto ambiental del Proyecto en razón de su magnitud y significancia

El impacto en el relieve será inevitable y permanente, pero puntual en alcance, ya que el área total del Proyecto representa menos del 1 % de la superficie total del Sistema Ambiental.

En ausencia de medidas de mitigación, la conformación de áreas potencialmente inestables en la tepetatera, podrían eventualmente favorecer tendencias de deslizamiento o desgajamiento en condiciones de lluvias excesivas.

Por lo anterior, sin medidas de mitigación, el impacto es evaluado con significancia Alta.

VII.2.7 PÉRDIDA Y CONTAMINACIÓN DEL SUELO

La significancia del efecto del despalme en el área de Proyecto sobre la pérdida de suelo, se evalúa como alta; debido a que, no obstante que la remoción de suelo será puntual en las áreas de ocupación del Proyecto, su persistencia será permanente si no se consideran acciones de prevención y mitigación al respecto.

Respecto a la contaminación, en el escenario de desarrollo del Proyecto sin considerar medidas de mitigación de impactos ambientales, las instalaciones se construirían sin tener en cuenta el desarrollo de obras de protección para evitar la contaminación del suelo por el aporte de sustancias potencialmente tóxicas.

En ausencia de obras de control, existe el riesgo de contaminación del suelo por aporte de aceites, lubricantes y combustibles provenientes de maquinaria o vehículos en mal estado, así como debido a mal manejo y disposición inadecuada de residuos peligrosos. Estos factores hacen que la valoración del potencial de contaminación de suelo tenga una significancia alta.

Al concluir la vida útil del Proyecto, la pérdida inicial del componente edáfico repercutirá en el establecimiento de áreas denudadas que dificultarán el proceso de colonización por especies vegetales; condición que podrá acentuarse si los escurrimientos estacionales favorecen la ampliación de los focos de erosión, provocando una pérdida real de suelo orgánico y una evolución regresiva de la capacidad de regeneración del sistema natural.

VII.2.8 DISMINUCIÓN DEL COEFICIENTE DE INFILTRACIÓN DEL TERRENO

El desmonte, despalme y compactación tienen, en conjunto, un impacto negativo en la capacidad de infiltración del suelo. Se evalúa a este impacto con una significancia alta al disminuir la retención del agua superficial por pérdida de la cobertura vegetal y suelo, así como por el efecto de “sellamiento” de las áreas del terreno compactadas.

VII.2.9 CAMBIO DE USO DEL SUELO-PÉRDIDA DE SUPERFICIE FORESTAL

El desmonte y despalme del terreno son las actividades iniciadoras del cambio de uso del suelo del terreno. No obstante su carácter negativo, la circunscripción de estas actividades al área estrictamente necesaria para el desarrollo del Proyecto, le confiere al impacto una significancia moderada.

VII.2.10 INCREMENTO EN LOS NIVELES DE SEDIMENTACIÓN Y CONTAMINACIÓN EN ESCURRIMIENTOS ESTACIONALES

La exposición del terreno como consecuencia del desmonte y despalme, crea condiciones que favorecen el efecto erosivo de los escurrimientos, promoviendo el arrastre de sedimentos y acumulación de los mismos en el lecho de los cursos estacionales de agua de la zona.

Cabe también considerar que el no dar un adecuado mantenimiento mecánico de maquinaria y vehículos, se presenta el riesgo de derrames de aceites y combustibles por lo que la ausencia de medidas de control, puede recalar en contaminación de suelos, lo que podría ocasionar escenarios con riesgos de contaminación del agua superficial.

Por todo lo anterior, en ausencia de obras y medidas de control de la contaminación del agua superficial (escurrimientos estacionales) en las instalaciones del Proyecto, se podrían generar escenarios con riesgos de contaminación también en suelos y agua subterránea. De esto se deriva la consideración del impacto con una significancia alta si no se toman acciones de prevención y mitigación al respecto.

VII.2.11 VARIACIÓN DEL FLUJO DE AGUA SUPERFICIAL

La exposición del terreno como consecuencia del desmonte, así como su posterior ocupación con la tepetatera, favorecen en su conjunto condiciones que distorsionan los patrones naturales de escurrimiento superficial del sitio.

Una de esas perturbaciones se relaciona con la modificación del flujo de los escurrimientos en la temporada de precipitaciones, incrementando el volumen de agua que fluye en el sitio por unidad de tiempo, con un efecto adverso en dos contextos:

- i. Se intensifica el efecto de la erosión hídrica del suelo; y
- ii. Se reduce el potencial de infiltración de la zona.

La magnitud del efecto se relaciona con la extensión de la superficie expuesta, el tiempo que permanece sin protección, la frecuencia e intensidad de las lluvias, el relieve de la zona y las previsiones de control que se adopten.

Por lo anterior -y sin tomar en cuenta acciones de prevención y mitigación- el impacto es considerado con una significancia alta.

VII.2.12 MODIFICACIÓN DEL CURSO NATURAL DE LOS ESCURRIMIENTOS SUPERFICIALES.

Las mismas actividades que ocasionan variaciones en el flujo de los escurrimientos naturales causan la alteración de los patrones naturales de las escorrentías, con la consecuencia adversa de favorecer la erosión en áreas que no se encontraban expuestas a ese proceso. El efecto se

evalúa como local y de corto plazo, que sin las acciones de prevención y mitigación presenta una significancia alta.

VII.2.13 CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA

Como en el caso del suelo y el agua superficial, en ausencia de medidas de prevención y control de la contaminación, la calidad del agua subterránea podría verse afectada en su calidad debido a:

- i. aporte de aceites, lubricantes y combustibles por parte de los vehículos y maquinaria utilizados y
- ii. manejo y disposición incorrecta de residuos peligrosos.

En un escenario que no prevea de medidas de mitigación o prevención, la infiltración –en caso de derrames- podría ocasionar escenarios con riesgos de contaminación del agua subterránea.

Respecto a la disponibilidad de agua, es previsible que la reducción de los volúmenes infiltración y recarga a consecuencia del desmonte de áreas del terreno. Tal efecto, sin embargo, es de alcance local, reversible y con persistencia temporal, ya que cesará una vez que realicen actividades de reforestación y restitución de la capa de suelo.

VII.2.14 DISMINUCIÓN DE LA CAPACIDAD DE RECARGA DEL AGUA SUBTERRÁNEA

El desmonte y despalme que implica la preparación del sitio de Proyecto, tienen en conjunto un impacto negativo en la capacidad de recarga del agua subterránea, al disminuir la retención del agua superficial por pérdida de vegetación y suelo, así como por el efecto de “sellamiento” de las áreas del terreno compactadas.

Por lo anterior, sin acciones de prevención y mitigación, este impacto es considerado de significancia alta.

VII.2.15 DISMINUCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL

La pérdida de cobertura vegetal es inevitable para el desarrollo del Proyecto, este retiro de cobertura vegetal ocasionará cambios en la estructura vegetal, donde la pérdida y transformación de hábitat en la zona inmediata al Proyecto sería de larga duración.

- Se aportará a la dinámica económica actual, dadas las necesidades propias de la actividad que requiere de personal e insumos.

Se debe tomar en cuenta que, aún con la aplicación pertinente de las medidas de mitigación propuestas, la recuperación de funcionalidad y estructura puede ser, en el mejor de los escenarios, un proceso de mediano a largo plazo y de gran complejidad.

Cabe recordar que, para lograr la mitigación de efectos, se tienen contempladas medidas como las siguientes:

- Toda la maquinaria y vehículos se sujetarán a un programa de supervisión operativa y mantenimiento preventivo que asegure su funcionamiento, en condiciones óptimas, para cumplir con estándares aceptados en materia de ruido y emisiones.
- Se tendrá especial cuidado en mantener la cobertura vegetal en las áreas limítrofes al sitio del Proyecto. Estas áreas funcionarán como cortinas de amortiguamiento para la dispersión de las emisiones de ruido.
- Las actividades de desmonte se circunscribirán a la superficie estrictamente necesaria para el desarrollo del Proyecto. En las áreas que requieran ser desmontadas se realizará la recuperación de la capa de suelo fértil y éste se conservará para ser utilizado en las actividades de restauración.
- Durante las actividades de desmonte no se emplearán herbicidas ni productos químicos que pudieran favorecer la incorporación de elementos tóxicos al suelo.
- Para mitigar el aporte excesivo de sedimentos a las escorrentías, como consecuencia del desmonte, se realizará la recuperación del suelo en las áreas intervenidas. Además, se construirán obras para el control de los escurrimientos, diseñadas de modo tal que prevengan la erosión.
- El manejo y disposición de los distintos tipos de residuos que serán generados por las actividades propias del Proyecto, se sujetarán al plan interno de la UMPV para el control y manejo, así como a las disposiciones que establece la normatividad en materia de residuos.
- Los residuos peligrosos que puedan generarse como resultado de las actividades, se almacenarán temporalmente en el depósito especialmente diseñado para ese efecto (ubicado dentro de la UMPV), previamente a su envío al sitio de disposición final.
- Las letrinas portátiles, que se colocarán para uso de los trabajadores durante la etapa de preparación de sitio y construcción, recibirán mantenimiento y limpieza regular por parte de la empresa prestadora de dicho servicio. No se dispondrá de aguas residuales sanitarias en el sitio.

- Previo a cualquier intervención del terreno, en las áreas de ocupación del Proyecto se realizarán labores de rescate biológico, orientado a individuos vegetales, semillas y vertebrados, con especial atención a ejemplares de cualquier especie considerada en riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Antes del inicio de actividades del Proyecto, se proporcionará capacitación a los trabajadores respecto a la importancia de la conservación de la flora y fauna en general, y de las especies en riesgo en particular, aportándoles información que les permita reconocerlas. En el caso de la fauna, se prohibirá la caza o captura de ejemplares de cualquier especie y se les informará sobre las acciones requeridas para evitar el daño o muerte imprudencial de ejemplares durante su manejo por reubicación.
- Durante todas las etapas del Proyecto se mantendrá una supervisión permanente, a efecto de evitar la afectación de cualquier individuo de flora y fauna en riesgo.
- Se continuará con las actividades del programa de monitoreo –operativo actualmente- de la UMPV, integrando el área y actividades del Proyecto a dicho monitoreo; este programa permite detectar oportunamente la eficiencia de las acciones de prevención y mitigación implementadas por la UMPV, así como las medidas correctivas o adicionales que fueran necesarias.
- En la etapa de cierre del Proyecto –y de la UMPV, en general- se contempla el desarrollo del Plan de restauración ambiental que incluirá la reposición del suelo recuperado, así como la revegetación de las áreas afectadas por las actividades y cualquier zona que pueda constituirse como foco de erosión.
- El plan de restauración ambiental, previsto al concluir la vida operativa del Proyecto, evitará que permanezcan áreas de terreno expuestas que puedan constituirse como focos de erosión y aporte de sedimentos a la red hidrológica.

Estas medidas de mitigación, además de atenuar los efectos negativos generados a partir del Proyecto, causarán los siguientes efectos positivos:

1. Monitoreo y control de la calidad del aire.
2. Monitoreo y control de los niveles de ruido.
3. Estabilización topográfica del terreno.
4. Prevención y control de la erosión.
5. Monitoreo y control de la contaminación del suelo.
6. Prevención y control de la contaminación del agua superficial.
7. Prevención y control de la contaminación del agua subterránea.
8. Monitoreo y conservación de la biodiversidad.
9. Restauración ambiental y restitución de hábitat y paisaje.

VII.4 PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL

El Programa de Manejo Ambiental representa la directriz fundamental para el desarrollo de estrategias que atiendan los impactos detectados en las fases anteriores, con el fin de lograr que el Proyecto evaluado se integre de manera adecuada a su entorno o área de influencia. Tales estrategias deben responder en su definición, al cómo, cuándo y dónde se establecerán o implementarán, y serán formuladas para cada impacto, no para cada actividad, ya que se pretende atender (prevenir, mitigar, corregir, compensar) directa o indirectamente al primero.

Invariablemente la ejecución de todo proyecto de desarrollo introduce cambios en los componentes del medio biofísico que, en mayor o menor escala, influyen en la calidad ambiental de las áreas donde inciden las obras o actividades realizadas.

Algunos de dichos efectos pueden ser ineludibles, pero otros más son previsibles y pueden evitarse o bien, atenuarse o compensarse si el proyecto está adecuadamente planificado. Así, un proyecto bien planeado que considere oportunamente la prevención y mitigación de los impactos ambientales desde las primeras fases de selección de áreas y diseño de obras, suele tener un balance costo-beneficio ambiental potencialmente positivo que lo hace viable técnica, ambiental y financieramente.

Una vez que un Proyecto es autorizado en materia de impacto ambiental, el reto consiste en asegurar su sustentabilidad, garantizando que las medidas de prevención, mitigación, control y compensación establecidas, se cumplan efectivamente.

Para ello, es preciso que, dentro de la propia planificación del Proyecto, la empresa promotora prevea y diseñe un plan específico o *Programa de Manejo Ambiental* que asegure la correcta y oportuna implantación de las acciones y aporte los mecanismos adecuados para evaluar su efectividad.

A continuación, se exponen los lineamientos básicos del Programa de Manejo Ambiental de la Unidad Minera Piedras Verdes, mismo al que se integraran la superficie y obras consideradas por el Proyecto Tepetatera Oeste-Fase 2.

VII.4.1 OBJETIVOS

El objetivo general del *Programa de Manejo Ambiental* consiste en:

Manifestación de Impacto Ambiental-Modalidad Particular
Tepetatera Oeste-Fase 2
Capítulo VII

21	Flora		Rescatar y reubicar los individuos de <i>Pachycereus pecten-aboriginum</i> y <i>Stenocereus thurberi</i> que presenten tamaños adecuados que permitan su sobrevivencia y buen desarrollo.	Mitigación	
22	Flora		Habilitar en el vivero, las condiciones para el resguardo de los individuos vegetales rescatados y la producción de planta para las actividades de reforestación.	Control	
23	Flora Fauna	y	Antes del inicio de las actividades del proyecto, capacitar a los trabajadores sobre la importancia de la conservación de la fauna silvestre; prohibir la caza o extracción de ejemplares de cualquier especie.	Prevención	
24	Flora Fauna	y	Realizar el desmonte de manera gradual para permitir el desplazamiento de la fauna que pudiera encontrarse aún en el sitio.	Prevención	
25	Fauna		Mantener una supervisión permanente del desmonte, para evitar la afectación de cualquier individuo de fauna silvestre.	Control	
26	Todos		Diseñar y ejecutar un Plan de Restauración y Reforestación de las áreas afectadas que, de acuerdo con los resultados de la evaluación de reservas minerales, no tengan uso futuro.	Restauración	

*Etapa de implementación = PS: Preparación del sitio; C: Construcción; O: Operación; A: Cierre.

VII.4.3 ESTRATEGIA DE MANEJO AMBIENTAL

Con base en la identificación de los impactos ambientales del Proyecto, pero especialmente considerando aquéllos de mayor relevancia por su incidencia en factores ambientales sensibles al desarrollo de las actividades pretendidas, el *Programa de Manejo Ambiental* se desenvuelve en torno a dos líneas estratégicas de acción.

Cada línea de acción está conformada por dos programas particulares, los cuales poseen objetivos específicos, enfocados a la supervisión y monitoreo del Proyecto, o a la prevención y mitigación de los efectos negativos sobre factores ambientales críticos (Tabla VII.3).

Tabla VII.3. Líneas estratégicas de acción y programas ambientales.

LÍNEA ESTRATÉGICA	FACTOR AMBIENTAL	PROGRAMA AMBIENTAL
Supervisión y Monitoreo	Todos	Programa de Monitoreo Ambiental
		Programa de Vigilancia Ambiental
Conservación y Gestión Ambiental	Flora y Fauna silvestres	Programa de Rescate y Conservación
	Flora, Fauna, Ecosistema	Programa de Restauración y Reforestación

Si bien los programas ambientales podrán ejecutarse y evaluarse independientemente, es a través de su integración como parte del *Programa de Manejo Ambiental*, que será posible realizar un completo seguimiento y evaluación a la implementación del proyecto, facilitando a las instancias de supervisión, ya sea de la empresa o de la autoridad ambiental, la comprobación del cumplimiento de las medidas y estándares ambientales establecidos para minimizar las afectaciones de las actividades autorizadas.

VII.4.3.1 PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL

Para garantizar que el cambio de uso de suelo y las actividades del Proyecto se realicen con el mayor cuidado y se prevengan o minimicen sus impactos, las actividades del Proyecto se integrarán a la supervisión que se lleva a actualmente en la UMPV mediante el Programa de Monitoreo Ambiental.

El objetivo de este Programa, es verificar la efectividad de las medidas preventivas, de control y de mitigación, diseñadas para cada una de las etapas y fases de desarrollo de la UMPV, mismo objetivo que incluirá –de autorizarse- al **Proyecto Tepetatera Oeste-Fase 2**.

El programa tiene los siguientes objetivos:

- a. Identificar las condiciones topográficas del área de afectación, antes del inicio de cualquier obra o actividad tendiente al desarrollo del Proyecto.
- b. Cuantificar las condiciones y cobertura de la vegetación en el área del Proyecto y su zona de influencia, antes de iniciar cualquier tipo de obras o actividades.
- c. Delimitar los pasos o corredores de fauna que se desarrollen dentro del área, así como la interrelación que los mismos tengan hacia la zona de influencia del Proyecto.
- d. Cuantificar las emisiones en las diferentes áreas de operación y sus alrededores.
- e. Detectar las tendencias de afectación de los componentes del medio ambiente en el corto y mediano plazo.
- f. Identificar con oportunidad la ocurrencia de cualquier cambio ambiental adverso y reconocer sus causas, así como proponer las medidas y acciones correctivas para su mitigación.
- g. Promover, con base en los resultados del programa y las evaluaciones periódicas que se realicen, el establecimiento de nuevas medidas correctivas o de mitigación en caso de que las adoptadas no sean adecuadas o suficientes.
- h. Evaluar y mejorar el desempeño ambiental del Proyecto.

En términos generales, el programa se enfocará en la evaluación del comportamiento de los indicadores ambientales de mayor relevancia.

La ejecución del programa se organiza en cuatro líneas de acción:

- I. Calidad del agua (superficial y subterránea);
- II. Condiciones del suelo;
- III. Calidad del aire;
- IV. Monitoreo biológico.

MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA

Se orienta a evaluar la calidad del agua en el área del Proyecto y sus inmediaciones.

El propósito del monitoreo es verificar -periódica y sistemáticamente- los parámetros que determinan la calidad del recurso, a efecto de determinar si las actividades autorizadas contribuyen con el aporte de contaminantes o sedimentos excesivos.

En caso de que durante la ejecución del Proyecto se observen desviaciones en la calidad del agua que indiquen la existencia de fuentes de contaminación atribuibles a las actividades, se

identificará la fuente y se aplicarán las medidas correctivas que remedien la situación de forma expedita, de acuerdo con la naturaleza de la contaminación.

MONITOREO DE SUELO

La implementación de un monitoreo del suelo se orienta a evaluar las condiciones del recurso edáfico en relación con su protección y la prevención de la erosión y la depositación de contaminantes en el suelo.

Su desarrollo, a través de campañas prospectivas periódicas, aportará información base de referencia que permitirá establecer si las acciones de prevención son suficientes.

MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE

El objetivo de monitorear la calidad del aire consistirá en cuantificar técnicamente la concentración de partículas suspendidas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y de gases de combustión en el perímetro del Proyecto.

La implementación de este monitoreo aporta información de referencia que permitirá determinar la efectividad de las medidas establecidas para prevenir y atenuar cualquier situación de contaminación del aire, como consecuencia del desarrollo de las actividades del Proyecto.

En el caso de que los resultados que se obtengan indiquen que las actividades causan niveles de contaminación (PST o gases de combustión) que excedan los valores considerados como aceptables en el área de influencia, se adoptarán medidas correctivas pertinentes.

MONITOREO BIOLÓGICO

El monitoreo biológico se enfocará en la evaluación de tres rubros:

1. Éxito (sobrevivencia) del trasplante de vegetación rescatada y reubicada.
2. Monitoreo de la reforestación.
3. Monitoreo de fauna silvestre.

Para determinar el índice de sobrevivencia del trasplante de vegetación se realizarán monitoreos posteriores a la plantación. Al cabo de los tres primeros meses se realizará la primera evaluación del estado del éxito del rescate.

El protocolo de rescate y reubicación de fauna silvestre estará integrado por diversas actividades agrupadas en cinco etapas: preparativos, disuasión y captura, liberación, documentación y evaluación.

Preparativos

Los preparativos del programa incluyen las acciones relativas a la prospección preliminar del terreno, la integración y preparación de las brigadas de rescate y la preparación del material y equipo.

- a) **Prospección preliminar del terreno.** La prospección se realizará dentro del área que será desmontada, con el propósito de que los especialistas que realizarán el trabajo identifiquen, con anticipación, las características del área y las dificultades o ventajas para el rescate que puedan presentar ciertos sitios.

Las áreas de reubicación se seleccionarán dentro de las zonas adyacentes, con base en el criterio de similitud de ambiente y condiciones que ofrezcan resguardo, agua, alimento y tránsito a los animales.

- b) **Integración y preparación de las brigadas de rescate.** Como se mencionó anteriormente, antes de iniciar las actividades de rescate se capacitarán al personal que conforman las brigadas con las bases técnicas suficientes para estar en posibilidad de localizar animales, identificar nidos y madrigueras; aplicar técnicas básicas de captura y manipulación de ejemplares.
- c) **Preparación de material y equipo.** Consiste en disponer de las herramientas necesarias, indispensables y suficientes para el trabajo.

Disuasión y Captura

En términos generales la mayoría de los animales silvestres tienden a alejarse de sus áreas de actividad o descanso cuando perciben la intromisión de alguna fuente de perturbación, como el ruido y el acceso de personas u otros animales.

Dicho comportamiento puede verse modificado en algunas especies cuando se encuentran en etapa reproductiva, tienen crías o se sienten atrapadas en condiciones de peligro, cambiando la reacción natural de alejamiento por una conducta agresiva de protección.

Con las reservas que significa tener la capacidad de detectar condiciones que favorecen la agresividad de los animales para establecer la estrategia de manejo adecuada, en la ejecución de planes de rescate es recomendable inducir el alejamiento de los ejemplares para evitarles el mayor estrés que significa su captura.

El mecanismo más común y natural para ahuyentar y disuadir a los animales de permanecer en el sitio consiste en realizar recorridos en la zona, ya que el simple ruido y presencia humanas suelen ser suficientes para alejarlos.

Al realizar recorridos con el propósito de ahuyentar a los animales es importante tener un suficiente conocimiento previo de la zona, de manera que se evite inducir su desplazamiento hacia áreas que puedan representarles mayor riesgo, como caminos y zonas habitadas donde puedan morir por atropellamiento o ser cazados.

De ser posible, este procedimiento puede acompañarse de estrategias para brindar a los animales sitios alternativos de ocupación inmediata, con oportunidades de refugio, descanso o alimentación.

Algunas formas de proporcionar dichas condiciones consisten en:

- Remover y trasladar árboles muertos o remanentes de plantas a zonas próximas al área donde se realizará el desmonte, ya que pueden aportar refugio (madrigueras) a lagartijas, iguanas y roedores, así como alimento (termitas e insectos).
- Construir apilamientos de plantas como madrigueras.
- Construir apilamientos de rocas a manera de asoleaderos y sitios de descanso de lagartijas.

Debido al estrés que ocasiona, la captura de los animales representa una opción solamente aplicable al caso de individuos de lenta movilidad, aquellos que no se encuentren en condiciones de desplazarse de forma autónoma por encontrarse heridos o ser crías, serpientes venenosas que se tornen agresivas al sentirse amenazadas por la presencia humana o individuos que pueden desplazarse, pero no tienen salida a sitios con condiciones ambientales adecuadas a sus necesidades.

La captura y reubicación también debe aplicarse a las crías en madrigueras y huevos de reptiles o aves que estén en condición de peligro por encontrarse en las áreas que serán desmontadas.

A continuación, se indican las principales reglas de operación en la ejecución de prácticas de disuasión y captura.

i. Disuasión:

- a. Con el propósito de promover el alejamiento autónomo de los animales, previamente al inicio de las actividades de desmonte, las brigadas realizarán recorridos a lo largo y ancho del terreno sujeto a rescate.
- b. Se realizarán recorridos a paso normal, sostenidos durante al menos dos días consecutivos para inducir el abandono del área de los individuos con menor tolerancia al disturbio.
- c. Los recorridos se practicarán en horario diurno, preferentemente desde el amanecer hasta antes del crepúsculo, incluyendo las horas de mayor insolación. Asimismo, se programará al menos un recorrido nocturno para el alejamiento de mamíferos.
- d. Durante los recorridos se identificarán con banderolas los sitios de localización de nidos activos y madrigueras de reptiles, aves y mamíferos, a efecto de preparar las actividades de rescate en caso de que éstas continúen ocupadas al concluir los días de practicar los recorridos.
- e. De prestarse las condiciones, durante los recorridos diurnos se colocarán pequeños apilamientos de arbolado muerto y vegetación en el área más próxima que preservará su cobertura vegetal. Con ello, se incrementará la disponibilidad de microambientes para los reptiles y pequeños mamíferos que abandonen sus sitios o madrigueras.

ii. Captura:

- a. La captura (rescate) de ejemplares se realizará sólo en el caso de individuos de lenta movilidad, aquellos que no se encuentren en condiciones de desplazarse de forma autónoma, cuando éstos permanezcan en el sitio al concluir los recorridos de ahuyentamiento; o bien, cuando tratándose de individuos que puedan desplazarse, no existan rutas de escape hacia un ambiente seguro y adecuado a sus necesidades.
- b. Al término de los recorridos de disuasión se revisarán las madrigueras y nidos marcados previamente para determinar si aún se encuentran activos y ocupados.
- c. En el caso de reptiles (serpientes, lagartijas) las madrigueras se excavarán manualmente utilizando equipo de protección contra posibles mordeduras.
- d. Las serpientes se extraerán de la madriguera mediante el empleo de ganchos herpetológicos y las lagartijas manualmente.
- e. Las serpientes deberán manipularse con precaución para evitar mordeduras, empleando la mano y gancho herpetológico; es recomendable el uso de guante como protección.

- f. Las serpientes y lagartijas se colocarán dentro de contenedores plásticos o sacos de lona, evitando al máximo la manipulación excesiva y cuidando de no lastimarlos. Los sacos deberán anudarse o atarse con cordel.
- g. Se deberá procurar el rápido traslado de los ejemplares capturados hacia el área de reubicación previamente definida, donde serán transferidos en contenedores ventilados y de dimensiones adecuadas a su talla. Los contenedores deberán colocarse en un ambiente sombreado, a fin de permitir a los ejemplares conservar una temperatura adecuada.
- h. Dependiendo de la especie, sexo y dimensiones del animal, podrá colocarse más de un ejemplar por jaula o recipiente, pero procurando no juntar dos machos adultos.
- i. La captura de mamíferos se realizará en horario nocturno a lo largo de cada tramo. Para ello, las trampas Sherman y Tomahawk, debidamente cebadas, se tenderán al atardecer y serán periódicamente revisadas.
- j. Los ejemplares de mamíferos que llegaran a capturarse se mantendrán vivos en jaulas metálicas, para ser transportados lo más pronto posible al área de liberación, de manera que se evite someterlos a un estrés innecesario.
- k. Una vez capturado cualquier ejemplar, los datos necesarios se registrarán en la bitácora, incluyendo la especie y las coordenadas geográficas del sitio de captura. Cada animal se identificará con un código numérico en la bitácora y una etiqueta en el saco, contenedor o jaula.
- l. En todo momento se manipulará a los animales de forma cuidadosa, evitando dañarlo y someterlo a estrés innecesario.
- m. Al finalizar cada jornada de captura se medirán los ejemplares y se terminarán de registrar los datos de la bitácora.
- n. Al finalizar el rescate, en cada tramo de trabajo se colocará algún tipo de señalización que indique que el área ha sido liberada para el desmonte.
- o. Las actividades de desmonte deberán iniciar en las áreas liberadas en un plazo breve, preferencialmente de un día, para evitar que los animales re-ocupen las zonas.

Liberación o reubicación

La liberación adecuada de los ejemplares de fauna silvestre que son capturados y extraídos de su ambiente representa el factor que determina el éxito de la estrategia de conservación.

La selección de las áreas de liberación debe realizarse teniendo siempre como referencia las condiciones del sitio original de un ejemplar y los requerimientos ambientales de la especie.

previamente a la extracción deberá identificarse y marcar sobre el individuo el sitio que presenta exposición hacia el norte, empleando una brújula y anotando la letra N en la cara del fuste.

El marcaje puede realizarse con tinta látex u otros medios de marcaje como pintura de cera. Esta acción, aunque parezca innecesaria, puede ayudar a prevenir enfermedades causadas por exceso del sol que dañan los tallos.

- b) **Técnicas de extracción.** El rescate de plántulas se realizará por medio de la extracción con cepellón o banqueo, mientras que el rescate de las cactáceas se realizará por medio de la extracción completa con raíz desnuda.
- **Banqueo:** Este método de rescate considera la salvaguarda de las estructuras principales de las plantas, tanto aéreas (ramas y brazos) como subterráneas (raíces), y la poda de estructuras secundarias que permitan su manejo. En el caso de las plántulas, esto último no será necesario.
 - La extracción de los individuos se realiza con la parte del suelo o tierra que rodea las raíces del ejemplar (cepellón) con la finalidad de proteger las raíces, así como de no eliminar los micro organismos que establecen asociaciones simbióticas con las raíces para facilitar la absorción de minerales. El banqueo se realizará de forma manual, desde afuera del área del cepellón se abrirá una zanja alrededor de la plántula de 10 cm de ancho y 20 cm de profundidad aproximadamente, garantizando el rescate de la mayoría de las raíces y permitiendo continuar con el desarrollo de los ejemplares trasplantados.
 - La tierra alrededor del cepellón se retirará con un biello, quitando pequeñas cantidades para evitar dañar las raíces. La construcción de la cepa alrededor del ejemplar permitirá disponer de un espacio con un ángulo adecuado para llevar a cabo las actividades del banqueo.
 - Se deberán cortar las raíces del terrón por debajo del cepellón con una pala afilada y posteriormente se recortará cualquier raíz saliente con tijeras de poda a una mano. Esto permitirá desprender el terrón por debajo.
 - Una vez suelto el cepellón, se protegerá colocándolo en una bolsa de vivero y llevándolo a un lugar sombreado para evitar daños por calor o sofocación de raíces.
 - **Extracción completa con raíz desnuda:** Consiste en la extracción completa del ejemplar evitando dañarlo. Para ello se procede a cavar con pala un círculo en torno al individuo, a una distancia razonable para minimizar el daño a su sistema radicular.

SELECCIÓN DE ESPECIES PARA REFORESTAR

Se debe realizar una selección del material para utilizar únicamente plantas cuyas condiciones físicas, fisiológicas y genéticas hagan más probable su supervivencia y sano crecimiento.

Es importante mencionar que las especies que serán usadas para realizar la reforestación deben tener las siguientes características:

- Resistencia a la sequía.
- Resistencia a las sales.
- Tipo y permanencia de hojas.
- Velocidad de crecimiento.

Dentro de las especies que se usarán en la reforestación, se dará preferencia a especies de la región y a aquellos ejemplares producidos en el vivero de la UMPV.

PLANTACIÓN

El establecimiento exitoso de cubierta vegetal en un área deteriorada depende de factores como la época de siembra, pendiente del terreno, localización y composición del suelo.

Para que la reforestación sea exitosa es importante plantar las semillas o plántulas en el momento adecuado. En el caso particular de este programa, la siembra debería realizarse inmediatamente antes del inicio de la estación lluviosa o apenas ésta haya iniciado; sin embargo, se puede realizar en épocas de estiaje si se dispone de suficiente humedad o un adecuado mecanismo de riego. Otro factor relevante a considerar es evitar la sobre-densificación de la plantación, ya que ello generaría problemas de sobrevivencia de los ejemplares por competencia.

Para el traslado de los ejemplares es recomendable el uso de vehículos cerrados o protegidos con una lona para cubrir la copa de los árboles y evitar la desecación de las raíces debido al viento generado por el movimiento del vehículo.

El trazo de la plantación se realizará de acuerdo con la topografía del área. Mientras que la densidad de la plantación por establecer dependerá directamente de la cobertura forestal original que se pretenda recuperar o establecer.

En el sitio de plantación deberá haberse realizado previamente la apertura de la cepa, de diámetro superior al 25 % del tamaño del cepellón del ejemplar banqueado y en un 10 % más

profundo. Ello, además de permitir un adecuado desarrollo del árbol recién trasplantado, facilita las maniobras de plantación (Figura VII.1).

Las paredes y el fondo de la cepa se deben cortar ligeramente, con una pala recta o azada para romper la capa que está expuesta. En el fondo de la cepa deberá colocarse una cantidad de mezcla de sustrato ya preparada, en cantidad suficiente para que, cuando se ponga el cepellón o banco en la cepa, la superficie del mismo quede a nivel del terreno.

De ser posible, deberá aplicarse un riego previo en la cepa, principalmente si está seca, ya que ello previene el estrés hídrico post-plantación debido al trasplante y evita problemas para nivelar la planta. Al regar la cepa el nivel del sustrato bajará por lo que, después de que el agua drene, se debe colocar más mezcla para que el terrón allí depositado alcance el nivel del terreno.



Figura VII.1. Apertura de cepellón - reforestación

La plantación se realizará colocando el ejemplar en el centro de la cepa preparada, con la misma orientación que presentaba en el sitio de extracción y desenvolviendo el cepellón.

Una vez colocado el ejemplar se rellena la cepa con un sustrato preparado, conformado por un 70 % de tierra del sitio de extracción y un 30 % de material vegetal triturado y desintegrado.

Una vez plantado el ejemplar, se aplicará un riego intenso y se extenderá mulch de 10 cm de espesor, por encima del suelo, para conservar la humedad y evitar el crecimiento de malezas.

CUIDADOS POST-PLANTACIÓN

Riego

Si el trasplante se realiza en época de secas, en los días siguientes a la plantación deberá regarse el ejemplar con constancia; los terrones y las raíces deben permanecer siempre húmedos. Deberá tenerse en cuenta que demasiada o insuficiente agua suministrada después del trasplante es una causa importante en la mortandad de los árboles.

Se aplicará riego inmediatamente después de la plantación y, durante los primeros veinte días, se deberán regar las plantas diariamente. En los veinte días siguientes el riego se hará de forma alternada. Después de los cuarenta días post-plantación el riego se realizará una vez por semana (Figura VII.2).

Figura VII.2. Riego a las especies de los individuos trasplantados.

Si la lluvia es escasa deberá aplicarse riego continuo por un período de al menos 10 a 14 días posteriores a la plantación.

Para asegurarse de que el suelo no está seco debe cavarse alrededor del árbol, a una profundidad de 7 a 10 cm; la existencia de humedad a esta profundidad es indicativa de que no es necesario aplicar más riego.

- Densidad de la plantación.
- Índice de sobrevivencia de los ejemplares plantados por especie.
- Especies y número de plantas producidas en vivero.
- Dominancia de las plantaciones.
- Crecimiento.
- Presencia de fauna.
- Presencia de floraciones.

Si como resultado de la primera evaluación del monitoreo se observa que la supervivencia de los ejemplares trasplantados es menor al 70 %, se adoptarán las mismas medidas emergentes que fueron señaladas para el trasplante de individuos rescatados.

VII.4.4 COMPROBACIÓN DE LA APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES Y CONDICIONANTES

Las supervisiones para comprobar la aplicación de las medidas ambientales y condicionantes establecidas para el proyecto se ajustarán al cumplimiento de los objetivos, y particularidades del Programa de Manejo Ambiental.

VII.4.4.1 SEGUIMIENTO Y CONTROL DE IMPACTOS AMBIENTALES

El seguimiento y control de los impactos ambientales que han sido identificados como probables para el Proyecto se realizará con base en listas de chequeo que serán diseñadas y programadas para cada una de las etapas del proyecto, con base en el programa de trabajo y avances de las actividades.

El seguimiento de los efectos negativos se realizará al mismo tiempo que la supervisión de la aplicación de las medidas ambientales y condicionantes del Proyecto, registrando en bitácoras de campo cualquier dato e información que identifique, para cada uno de los impactos potenciales:

- a) Si se observa manifestación alguna del efecto.
- b) Momento de ocurrencia o manifestación.
- c) Localización o extensión del efecto.
- d) Duración o persistencia.

VIII.2.1 ANEXO 1 DOCUMENTACIÓN LEGAL

En este anexo se incluye copias de la documentación que acredita la naturaleza legal de la empresa y de los elementos involucrados en la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental y/o ejecución del Proyecto.

VIII.2.2 ANEXO 2 INFORMACIÓN TÉCNICA

Se incluyen las bases de datos, en Excel, que sirvieron como fundamento para caracterizar la zona del Proyecto:

- Base de datos con coordenadas geográficas del Proyecto (tepetatera).
- Base de datos de la estructura vegetal del área de Proyecto.

VIII.2.3 ANEXO 3 PLANOS GEORREFERENCIADOS

Los mapas contenidos en el cuerpo del documento. Los mapas se presentan con la escala adecuada al análisis que se requiere de acuerdo al Proyecto y al Sistema Ambiental.

VIII.2.4 ANEXO 4 ANEXO FOTOGRÁFICO

Se incluyen fotos del paisaje característico de la zona de proyecto, así como las especies predominantes de vegetación y fauna.

BIBLIOGRAFÍA

- American Ornithologist Union. 2003. **Check-List of North America Birds**. Novena Edición. Estados Unidos, Kansas.
- Aranda, M. 2000. **Huellas y Otros Rastros de los Mamíferos Grandes y Medianos de México**. Instituto de Ecología, A. C. 212 pp.
- Behler, J. L., and F. W. King. 1979. **The Audubon Society Field Guide to North American Reptiles and Amphibians**. Alfred A. Knopf, Inc., New York. 743 pp.
- Bibby, C., M. Jones y S. Marsden. 1998. **Expedition Field Techniques Bird Surveys. Royal Geographical Society with the Institute of British Geographers**. London, England. 137 p. ISBN 0-907649-79-3
- Blair, W. F. 1960. Mating Call as Evidence of Relations in the Hyla eximia Group. *Southwestern Naturalist* 5(3):129-135.
- Boan David D. **The Mineral Industry in Mexico**. US Geological Survey, Mineral Information.

- Brower J. E. 1984. **Field and Laboratory Methods for General Ecology**. Brown Company, Publisher. 248. pp.
- Ceballos G. y G. Oliva (Eds.). 2005. **Los Mamíferos Silvestres de México**. FCE y CONABIO. México, D. F. 986 pp.
- Chuvieco, E., 2002. **Fundamentos de Teledetección Espacial**. (3ra. ed.). Rialp, S.A., Madrid, España.
- CNA, 1997. **Consejo de Cuenca del Río Mayo**.
- Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). **RHP-17 Río Mayo**.
Ficha Técnica. México. Página
http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_017.html
- CONABIO, 1996. **Taller para la Identificación de Regiones Prioritarias Terrestres para la Conservación en México**. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad. México.
- CONABIO, 1998. **La Diversidad Biológica de México. Estudio de País, 1998**. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad. México 341 pp.
- CONABIO, 2012. **Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. Regiones Hidrológicas Prioritarias**.
<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Hlistado.html>
- CONAGUA, 2008. **Programa Nacional Hídrico 2007-2012**. Comisión Nacional del Agua.
- CONAGUA, 2009. **Los consejos de cuenca**. Comisión Nacional del Agua.
<http://www.drought.gov/media/eventfiles/Generalid.pdf>
- CONAGUA, 2011. **Estadísticas del agua en México**. Comisión Nacional del agua.
- CRUNO-SEDESOL. 2005. **Programa de ordenamiento ecológico territorial del Municipio de Álamos, Sonora, México**. Centro Regional Universitario del Noroeste. Ciudad Obregón, Sonora, México.
- Eastman, J. R., 2003. **IDRISI Kilimanjaro v (14.0)**. Clark University. USA.
- Espinoza Guillermo. 2001. **Fundamentos de Evaluación de Impacto ambiental**. Banco Interamericano de Desarrollo. Santiago de Chile.
- Espinoza Perea, V.J. 1999. **Magmatic evolution and geochemistry of the Piedras Verdes deposit, Sonora, Mexico**. University of Arizona, Department of Geosciences, tesis de maestría, 123 pp.
- FAO-UNESCO. 1970. **Manual de Clasificación de Suelos, Modificado por DETENAL**.
- Flores Villela. O y A. Hernández 1992. **Las Colecciones Herpetológicas Mexicanas**. Publ. espec. Mus. Zool. 4: 1-24.

http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEGI). **Carta de uso del suelo 1:250 000.**

Kent, M. Y P. Coker. 1998. **Vegetation description and analysis. A practical approach.** Jhon Wiley & Sons.

Krebs, C.J. 1985 Ecología: **Estudio de la Distribución y la Abundancia.** 2^a. ed. Harla México. p. 143.

León Peláez, Juan Diego. 2002. **Evaluación del impacto ambiental de proyectos de desarrollo.** Documento de trabajo (No publicado). Universidad Nacional de Colombia.

Leopold. 1959. **Fauna Silvestre de México.** INIREB. México, D.F.

Lott, E. J., Bullock, S. H. y Solís-Magallanes, J. A. 1987. **Floristic diversity and structure of upland and arroyo forests in coastal Jalisco.** Biotropica 19: 228-235.

M. Sengupta. 1993. **Environmental Impacts of Mining.** CRC Press. Marzo, 1993.

Magurran, A. 1988. **Ecological diversity and its measurement.** Princenton University, New Jersey. 179 p.

Martínez, M. 1979. **Catálogo de nombres vulgares y científicos de Plantas Mexicanas.** Fondo de Cultura Económica, México.

Matteucci, S. y A. Colma. 1982. **Metodologías para el estudio de la vegetación.** Organización de Estados Americanos. Washington, D.C.

Miranda, F. y E. Hernández-X. 1963. **Los tipos de vegetación de México y su clasificación.** Vol Soc. Bot. Mex. No. 28:29-179. México, D. F.

Moreno, C. E. 2001. **Métodos para medir la biodiversidad.** M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

Mueller-Dombois, D. Y H. Ellemberg, 1974. **Aims and Methods in Vegetation Ecology.** John Wiley & Sons. Edition. p. 547.

New York State Department of Environmental Conservation, 2001. **Assessing and Mitigating Noise Impacts.**

Nichols, J. D. y M. J. Conroy. 1996. **Estimation of species richness.** Pp. 226-234. In: D. E. Wilson, F. R. Cole, J. D. Nichols, R. Rudran y M. S. Foster (Eds.). Measuring and Monitoring Biodiversity. Standard Methods for Mammals. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.

Palacio-Prieto, J. L., Bocco, G., Velázquez, A., Mas, J. F., Takaki- Takaki, F., Victoria, A., Luna-González, L., Gómez-Rodríguez, G., López-García, J., Palma, M. M., Trejo-Vázquez, I., Peralta Higuera, A., Rodríguez-Aguilar, A., Mayorga-Saucedo, R. y González-Medrano, F. 2000. **La condición actual de los recursos forestales en México: resultados del Inventario Forestal Nacional 2000.** Nota técnica.

- Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. Núm. 43, pp.183-203.
- Peña Hernández, D. 2003. **Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio de Sonora. Antecedentes, condición actual y perspectivas.** 9° Encuentro de Geógrafos de América Latina. Mérida, Yucatán. México. 21-24 de abril de 2003.
- Peterson, R.T Y Chalif, E.L. 1994. **Aves de México Guías de Campo.** Segunda Edición. Editorial Diana. México D.F. 1-473 p.
- Presidencia de la República. 2011. **Cuarto Informe de Ejecución del Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012.** México.
- Ralph, C. John; Geupel, Geoffrey R.; Pyle, Peter; Martin, Thomas E.; DeSante, David F; Milá, Borja. 1996. **Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres.** Gen. Tech. Rep. PSW-GTR- 159. Albany, CA. Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46 p.
- Ramírez-Pulido, J., J. Arroyo-Cabrales y A. Castro-Campillo. 2005. **Estado Actual y Relación Nomenclatural de los Mamíferos Terrestres de México.** Acta Zoológica Mexicana (n. s.) 21: 21-82.
- Reid, F. 1997. **A field guide to the mammals of Central America and Southwestern Mexico.** Oxford University Press. EUA. 334 pp.
- Robbins, Ch. S., Bruun, B. y Zim H. S. 1983. **A Guide to Field Identification Birds of North America.** Primera edición. Editorial Golden Press. New York. Estados Unidos.
- Rzedowski, G. C. 2005. **Flora fanerogámica del Valle de México.** 2a. ed., Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán). 1406 pp.
- Rzedowski, J. 1978. **Vegetación de México.** Limusa. México. 432 p.
- Rzedowski, J. 1986. **Vegetación de México.** Limusa. México.
- Scott, H. 1942. **Rio Mayo Plants. A study of the flora and vegetation of the valley of the Rio Mayo, Sonora.** Carnegie Institution of Washington Publication, Washington D.C.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) – Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora (CEDES). 2011. **Formulación del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sonora.** Documento de Consulta Pública. Hermosillo, Sonora, México.
- SEMARNAT. 1999. **Evaluaciones de impacto ambiental, proyectos de inversión y conflictos en México.**
- SEMARNAT. 2002. **Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental MINERO Modalidad: Particular.** México

- SEMARNAT. 2010. **Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección Ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo**. Diario Oficial de la Federación, México. 153 p.
- SEMARNAT-CONABIO. 1999. **Guía de Aves Canoras y de Ornato**. Instituto de Nacional de Ecología. México, D.F. 1-77 p.
- Servicio Geológico Minero (SGM). 2005. **Carta Geológico Minera Álamos G12-B47 Sonora**.
- Servicio Geológico Minero. 2012. **Anuario Estadístico de la Minería Mexicana. Ampliada 2011/Versión 2012**. Secretaría de Economía, Coordinación General de Minería. México.
- Soberón, J. y J. Llorente. 1993. **The use of species accumulation functions for the prediction of species richness**. Conservation Biology 7:480-488.
- UNEP. 1992. **Convention on biological diversity**. United Nations Environmental Program, Environmental Law and Institutions Program Activity Centre. Nairobi.
- UNEP. 2001. **Compendium of Guidelines for Mining and Sustainable Development (Final Draft)**. Division for Sustainable Development and the United Nations Environment Program (UNEP).
- Zar, J. H. 1999. **Biostatistical analysis**. Prentice Hall, Upper Saddle River, 663 p.