

TABLA DE CONTENIDOS

TABLA DE CONTENIDOS.....	I
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	1
I.1 PROYECTO	1
I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO	3
I.1.1.1 DATOS DEL SECTOR Y TIPO DE PROYECTO.....	3
SECTOR	3
SUBSECTOR	3
RAMA	3
SUB-RAMA	3
I.1.1.2 TIPO DE PROYECTO.....	3
I.1.1.3 ESTUDIO DE RIESGO Y SU MODALIDAD	4
I.1.1.4 UBICACIÓN DEL PROYECTO	4
I.1.1.5 TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO	4
I.1.1.6 PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL	4
I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE	5
I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL.....	5
I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES (RFC)	5
I.2.3 NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL	5
I.2.4 CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL	5
I.2.5 CLAVE ÚNICA DEL REGISTRO DE POBLACIÓN (CURP) DEL REPRESENTANTE LEGAL	5
I.2.7 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES.....	6
I.3 DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	6
I.3.1 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO	6
I.3.2 RFC DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO	6
I.3.3 CURP DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO	6
I.3.4 CÉDULA PROFESIONAL DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO	6
I.3.5 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO	7
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	8
II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	10
II.1.1 ANTECEDENTES DE LA UNIDAD MINERA PEÑASQUITO	10
II.1.2 NATURALEZA DEL PROYECTO.....	14
II.1.3 SELECCIÓN DEL SITIO	15
II.1.3.1 CRITERIOS LEGALES Y NORMATIVOS	16
II.1.3.2 CRITERIOS TÉCNICOS	17
II.1.3.3 CRITERIOS AMBIENTALES	18
II.1.4 UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN	19
II.1.5 INVERSIÓN REQUERIDA	23
II.1.5.1 COSTOS DE CLAUSURA.....	23
II.1.6 DIMENSIONES DEL PROYECTO	23
II.1.7 USO ACTUAL DEL SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y SUS COLINDANCIAS	27
II.1.8 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS.....	30
II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO	31
II.2.1 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO	33
II.2.2 PREPARACIÓN DEL SITIO.....	34
II.2.2.1 IDENTIFICACIÓN Y REUBICACIÓN DE INDIVIDUOS DE FLORA Y FAUNA	34

Proyecto Planta Prototipo EcoTails

II.2.2.2 DESMONTE Y DESPALME	35
II.2.3 CONSTRUCCIÓN DE OBRAS Y OPERACIÓN DEL PROYECTO	35
II.2.3.1 PLANTAS DE PROCESOS	36
II.2.3.1.1 PLANTA PROTOTIPO ECOTAILS	36
DESCRIPCIÓN DE PROCESOS (DE PRUEBA) EN LA PLANTA ECOTAILS	38
MANEJO DE LA ROCA RESIDUAL/TEPETATE (ZONA FBS ÁREAS 061 Y 062).....	40
ÁREA DE LA BOMBA ALIMENTADORA DE JALES ESPESADOS (ÁREA FBS 620)	40
ÁREA DE ESPESADOR (FBS 640 DESECACIÓN DE JALES)	41
FILTRADO DE JALES	42
MEZCLA Y TRANSPORTE.....	42
SERVICIOS	43
AGUA CLARIFICADA	43
AIRE COMPRIMIDO.....	43
ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE GeoWASTE NPSC (FBS 062)	43
II.2.3.1.3 REACTIVOS EMPLEADOS	43
II.2.3.1.4 CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA DEL GEOWASTE	44
FLUJO DE JALES	44
METODOLOGÍA PARA CARACTERIZACIÓN DE GEOWASTE	44
II.2.3.1.5 CONSTRUCCIONES Y SERVICIOS AUXILIARES.....	45
DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA (SUBESTACIÓN ELÉCTRICA Y LÍNEA DE TRANSMISIÓN)	45
CAMINOS Y ACCESOS	45
CAMPAMENTO PERMANENTE	45
ALMACÉN Y DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLE	46
OTROS SERVICIOS	46
II.3.1.3.4 MANTENIMIENTO.....	46
II.2.3.3 MONITOREO	47
II.2.4 ETAPA DE CIERRE Y RESTAURACIÓN	51
II.2.5 UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS.....	52
II.2.6 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA	52
II.2.6.1 RESIDUOS SÓLIDOS	52
II.2.6.1.1 RESIDUOS NO PELIGROSOS.....	52
II.2.6.1.2 RESIDUOS PELIGROSOS	53
II.2.6.2 DESCARGAS	53
II.2.6.3 EMISIONES A LA ATMÓSFERA	54
II.2.7 INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y LA DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS	54
II.2.9 OTRAS FUENTES DE DAÑOS.....	56
III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y REGULACIÓN DE	
USO DEL SUELO	57
III.1 ÁMBITO SECTORIAL	58
III.1.1 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2013-2018.....	58
III.1.1.1 MINERÍA.....	59
III.1.2 PROGRAMA DE DESARROLLO MINERO 2013-2018	60
III.1.3 PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES 2013-2018 (PROMARNAT)	66
III.2 MARCO JURÍDICO.....	68
III.2.1 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE.....	72
III.2.1.1 EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	72
III.2.1.2 CONTROL DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA.....	73
III.2.1.3 PRESERVACIÓN DEL AGUA Y SUELOS	73
III.2.1.4 CONSERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA SILVESTRES	74
III.2.2 LEY FEDERAL DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL	75
III.2.3 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE	77
III.2.4 LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO	77

III.2.5 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS	79
III.2.6 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE	80
III.2.7 LEY DE AGUAS NACIONALES.....	81
III.2.8 LEY MINERA.....	82
III.2.9 LEY DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE ZACATECAS	82
III.2.10 NORMAS OFICIALES MEXICANAS.....	84
III.3 INSTRUMENTOS DE APLICACIÓN TERRITORIAL	89
III.3.1 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS	89
III.3.2 REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS	92
III.3.3 REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS.....	92
III.3.4 ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES	92
III.3.5 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO.....	96
III.3.6 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO 2010–2016	99
III.3.7 PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL 2013-2016	101
III.3.8 PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN DE MAZAPIL 2007 – 2027	103
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL	
ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	105
IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	105
IV.2 CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y ÁREA DEL PROYECTO	107
IV.2.1 ASPECTOS ABIÓTICOS	107
IV.2.1.1 CLIMA	107
TEMPERATURA PROMEDIO, MENSUAL Y ANUAL	110
PRECIPITACIÓN	110
EVAPORACIÓN POTENCIAL	111
DIRECCIÓN Y VELOCIDAD DEL VIENTO.....	111
EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS.....	111
IV.2.1.2 GEOLOGÍA.....	111
IV.2.1.3 FIOGRAFÍA.....	115
SUSCEPTIBILIDAD A RIESGOS	118
IV.2.1.4 SUELOS	119
IV.2.1.5 HIDROLOGÍA.....	123
HIDROLOGÍA SUPERFICIAL.....	123
HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA.....	127
IV.2.2 MEDIO BIÓTICO	129
IV.2.2.1 VEGETACIÓN EN EL SISTEMA AMBIENTAL	129
ESTRUCTURA DEL MATORRAL DESÉRTICO EN EL SISTEMA AMBIENTAL	132
DIVERSIDAD DEL MATORRAL DESÉRTICO EN EL SISTEMA AMBIENTAL	138
ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL MATORRAL DESÉRTICO EN EL SISTEMA AMBIENTAL.....	139
ESPECIES PROTEGIDAS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010 EN EL SISTEMA AMBIENTAL	140
IV.2.2.2 VEGETACIÓN EN EL ÁREA DEL PROYECTO	140
ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN EN EL ÁREA DEL PROYECTO	141
ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL MATORRAL DESÉRTICO EN EL ÁREA DEL PROYECTO	142
ESPECIES PROTEGIDAS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010 EN EL ÁREA DEL PROYECTO.....	143
IV.2.2.3 FAUNA EN EL SISTEMA AMBIENTAL	143
ABUNDANCIA EN EL SISTEMA AMBIENTAL.....	148
DIVERSIDAD EN EL SISTEMA AMBIENTAL (ÍNDICE DE SHANNON)	151
CATEGORÍAS DE PROTECCIÓN	151
IV.2.2.4 FAUNA EN EL ÁREA DE PROYECTO.....	152
ESPECIES BAJO ALGUNA CATEGORÍA DE PROTECCIÓN.....	153
IV.2.3 PAISAJE	153
IV.2.4 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS	159

Proyecto Planta Prototipo EcoTails

IV.2.4.1 CONTEXTO REGIONAL.....	159
IV.2.4.2 DEMOGRAFÍA.....	161
IV.2.4.3 MAZAPIL	164
IV.2.4.4 LOS CHARCOS.....	166
IV.2.4.5 LAS MESAS	167
IV.2.4.6 PALMAS GRANDES.....	168
IV.2.4.7 LOS CEDROS	169
IV.2.4.8 NUEVO PEÑASCO	171
IV.2.4.9 CERRO GORDO	172
IV.2.4.10 PRESENCIA DE LA UNIDAD MINERA PEÑASQUITO EN EL CONCEPTO REGIONAL.....	173
SALUD	173
EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN	174
EMPENDIMIENTO.....	174
IV.2.5 DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA AMBIENTAL	174
IV.2.5.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL	174
IV.2.5.2 CALIDAD DEL SISTEMA AMBIENTAL.....	176
V. IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	178
V.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS AFECTACIONES A LA ESTRUCTURA Y FUNCIONES DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	180
V.1.1 CALIDAD DEL AIRE	182
V.1.2 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	182
V.1.3 SUELOS	182
V.1.4 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA	182
V.1.5 FLORA	183
V.1.6 FAUNA	183
V.1.7 PAISAJE	184
V.1.8 DEMOGRAFÍA.....	184
V.2 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	184
V.2.1 METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN	184
V.2.1.1 LECTURA DEL ENTORNO Y ANÁLISIS ESPACIAL	185
V.2.1.2 ANÁLISIS IN SITU	185
V.2.1.3 LISTAS DE VERIFICACIÓN	186
V.2.1.4 MATRICES DE INTERACCIÓN.....	186
V.2.2 SELECCIÓN DE INDICADORES AMBIENTALES	187
AIRE	188
CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS	188
GASES CONTAMINANTES.....	189
NIVELES DE RUIDO.....	191
NIVELES DE VIBRACIONES	191
SUELO	192
ESTABILIDAD GEOLÓGICA	192
TOPOGRAFÍA (RELIEVE)	192
PROPIEDADES FÍSICAS (PÉRDIDA POR EROSIÓN)	192
PROPIEDADES QUÍMICAS (CONTAMINACIÓN).....	193
AGUA SUPERFICIAL	193
CONTAMINACIÓN (Y NIVELES DE SEDIMENTACIÓN)	193
VARIACIÓN DEL FLUJO	194
MODIFICACIÓN DE CURSO	194
AGUA SUBTERRÁNEA	194
CALIDAD (CONTAMINACIÓN) DEL AGUA	194
ALTERACIÓN (CAPACIDAD) DE LA RECARGA	195
FLORA SILVESTRE.....	195
ABUNDANCIA.....	195

Proyecto Planta Prototipo EcoTails

DIVERSIDAD	195
COBERTURA	195
CONSERVACIÓN DE ESPECIES EN RIESGO.....	196
CONSERVACIÓN DE ESPECIES DE INTERÉS COMERCIAL	196
SUCESIÓN ECOLÓGICA	196
FAUNA SILVESTRE.....	196
ABUNDANCIA.....	197
DIVERSIDAD	197
CONSERVACIÓN DE ESPECIES EN RIESGO.....	197
CONSERVACIÓN DEL HÁBITAT Y CORREDORES BIOLÓGICOS	197
PAISAJE	198
INCIDENCIA VISUAL	198
ARMONÍA VISUAL	198
POBLACIÓN.....	198
SALUD PÚBLICA	198
CALIDAD DE VIDA	198
ECONOMÍA REGIONAL	199
ACTIVIDADES PRODUCTIVAS.....	199
V.2.3 ACTIVIDADES CON POTENCIAL DE IMPACTO AMBIENTAL.....	199
V.2.4 IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES.....	200
V.3 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	202
V.3.1 CRITERIOS DE EVALUACIÓN.....	202
V.3.2 METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN	203
V.3.3 RESULTADOS.....	205
V.4 ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	211
V.4.1 ANÁLISIS GENERAL.....	211
V.4.2 DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	212
V.5 CONCLUSIONES.....	223
VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	224
VI.1 MEDIDAS GENERALES DE PROTECCIÓN AMBIENTAL.....	225
VI.2 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL	226
VI.3 IMPACTOS RESIDUALES	232
OTROS IMPACTOS.....	233
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES	234
VII.1 PRONÓSTICOS DEL ESCENARIO	235
VII.1.1 PRONÓSTICOS QUE SE TENDRÁN PARA EL SITIO SI NO SE REALIZARA EL PROYECTO	235
VII.1.1.1 AIRE	235
VII.1.1.2 RELIEVE	235
VII.1.1.3 SUELO	236
VII.1.1.4 AGUA SUPERFICIAL	236
VII.1.1.5 AGUA SUBTERRÁNEA	237
VII.1.1.6 VEGETACIÓN Y FAUNA	237
VII.1.1.7 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS.....	238
VII.1.1.8 PAISAJE	238
VII.1.2 PRONÓSTICOS PARA EL SITIO SI SE REALIZARA EL PROYECTO SIN MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	239
VII.1.2.1 INCREMENTO EN LA CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS EN EL AIRE	239
VII.1.2.2 INCREMENTO EN LA CONCENTRACIÓN DE GASES CONTAMINANTES	240
VII.1.2.3 INCREMENTO EN LOS NIVELES DE RUIDO DEL SITIO.....	240
VII.1.2.4 EMISIÓN DE VIBRACIONES	240
VII.1.2.5 GENERACIÓN DE INESTABILIDAD GEOFÍSICA DEL TERRENO.....	240
VII.1.2.6 ALTERACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA DEL TERRENO.....	241
VII.1.2.7 PÉRDIDA Y CONTAMINACIÓN DEL SUELO	241

VII.1.2.8 DISMINUCIÓN DEL COEFICIENTE DE INFILTRACIÓN DEL TERRENO	242
VII.1.2.9 CONTAMINACIÓN (Y SEDIMENTACIÓN) EN ESCURRIMIENTOS ESTACIONALES	242
VII.1.2.10 INCREMENTO DEL FLUJO DE AGUA SUPERFICIAL	242
VII.1.2.11 MODIFICACIÓN DEL CURSO NATURAL DE LOS ESCURRIMIENTOS SUPERFICIALES.....	243
VII.1.2.12 CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA.....	243
VII.1.2.13 DISMINUCIÓN DE LA CAPACIDAD DE RECARGA DEL AGUA SUBTERRÁNEA.....	243
VII.1.2.14 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS	244
VII.1.3 PRONÓSTICOS PARA EL SITIO SI SE REALIZARA EL PROYECTO CON MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	244
VII.1.3.1 COMPONENTE AMBIENTAL AIRE	245
VII.1.3.2 COMPONENTE AMBIENTAL SUELO	246
VII.1.3.3 COMPONENTE AMBIENTAL AGUA SUPERFICIAL.....	247
VII.1.3.4 COMPONENTE AMBIENTAL AGUA SUBTERRÁNEA.....	247
VII.1.3.5 COMPONENTE AMBIENTAL FLORA	248
VII.1.3.6 COMPONENTE AMBIENTAL FAUNA	248
VII.1.3.7 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS.....	248
VII.1.4 MITIGACIÓN DE IMPACTOS.....	248
VII.1.4.1 IMPACTOS COMPATIBLES:	248
VII.1.4.2 IMPACTOS POSITIVOS:	249
VII.1.5 VALORACIÓN DEL CAMBIO Y COMPARATIVO DE ESCENARIOS	249
VII.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PROGRAMA DE MONITOREO Y VIGILANCIA AMBIENTAL)	252
MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA.....	253
MONITOREO DE SUELO	253
MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE	253
MONITOREO BIOLÓGICO	254
VII.2.1 PROCEDIMIENTOS DE ACCIÓN CUANDO SE REBASAN LOS VALORES PERMISIBLES O UMBRALES	255
VII.3 CONCLUSIONES	256
VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA	
INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.....	258
ANEXO 1. DOCUMENTOS LEGALES	258
ANEXO 2. PLANOS GEO-REFERENCIADOS	258
LITERATURA CONSULTADA	259

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1. Localización de la Unidad Minera Peñasquito respecto al Estado de Zacatecas.	20
Figura II.2. Localización del Proyecto en relación con el polígono autorizado para el desarrollo de la Unidad Minera Peñasquito.	22
Figura II.3. Zonificación general de las áreas que comprenderían al proyecto Ecotails.....	24
Figura II.4. Ubicación de las obras propuestas respecto a la infraestructura actualmente existente.....	25
Figura II.5. Zonificación general de la superficie destinada al área del Proyecto.	26
Figura II.6. Usos del suelo y vegetación del área del Proyecto y sus colindancias.	28
Figura II.7. Ubicación del valle de Mazapil, dentro del área definida hidrológicamente como Acuífero Cedros.	29
Figura II.8. Relación entre el proceso de beneficio actual (gris) en la Unidad Minera Peñasquito y los procesos en el Proyecto (en verde y azul).	32
Figura II.9. Diagrama general de procesos llevados a cabo en la Planta EcoTails.	37
Figura III.1. Localización de la UMP con respecto a las áreas naturales protegidas presentes en la zona.	91
Figura III.2. Regiones Terrestres Prioritarias de mayor proximidad a la UMP y al Proyecto.	93
Figura III.3. Localización de la UMP y el Proyecto en relación con la Región Hidrológica Prioritaria RHP-51 Camacho-Gruñidora.	94

Proyecto Planta Prototipo EcoTails

Figura III.4. Localización de la UMP y el Proyecto y con respecto a las áreas de importancia para la conservación de las aves de la región.	95
Figura IV.1 Delimitación del Sistema Ambiental del Proyecto.	106
Figura IV.2. Delimitación del área del Proyecto Planta Prototipo EcoTails.	107
Figura IV.3. Climas en el Sistema Ambiental y en el área del Proyecto Planta Prototipo EcoTails.	109
Figura IV.4. Geología del Sistema Ambiental definido para el área del Proyecto.	114
Figura IV.5. Provincia Fisiográfica y Subprovincia a la que pertenece el Sistema Ambiental definido para el Proyecto.	116
Figura IV.6. Pendientes presentes en el Sistema Ambiental definido para el Proyecto.	117
Figura IV.7. Regionalización sísmica de la República Mexicana. La estrella indica la ubicación aproximada del Sistema Ambiental definido para el Proyecto.	118
Figura IV.8. Suelos presentes en el Sistema Ambiental definido para el Proyecto.	121
Figura IV.9. Tipo de erosión presente en el Sistema Ambiental definido para el Proyecto.	122
Figura IV.10. Regiones hidrológicas en el estado de Zacatecas, el Sistema Ambiental pertenece a la Región Nazas-Agua Naval.	124
Figura IV.11. Coeficientes de escurrimiento presentes en el Sistema Ambiental definido para el Proyecto.	126
Figura IV.12. Unidades geohidrológicas y su posibilidad de contener agua en el Sistema Ambiental.	128
Figura IV.13. Tipos de Vegetación presentes en el Sistema Ambiental.	130
Figura IV.14. Porcentaje de especies de flora por familia presentes en el Sistema Ambiental.	135
Figura IV.15. Categorización diamétrica de los elementos del estrato arbóreo presentes en el Sistema Ambiental.	135
Figura IV.16. Distribución de altura de los elementos del estrato arbóreo presentes en el Sistema Ambiental.	136
Figura IV.17. Distribución de las alturas del estrato arbustivo micrófilo en el Sistema Ambiental.	136
Figura IV.18. Distribución de las alturas del estrato arbustivo rosetófilo en el Sistema Ambiental.	137
Figura IV.19. Tipos de vegetación identificados en la zona de Proyecto.	140
Figura IV.20. Abundancia de anfibios dentro del SA.	148
Figura IV.21. Abundancia de reptiles dentro del SA.	149
Figura IV.22. Abundancia de mamíferos dentro del SA.	149
Figura IV.23. Abundancia de aves dentro del SA.	150
Figura IV.24. Valoración paisajística del Sistema Ambiental.	159
Figura IV.25. Comunidades cercanas al área de influencia del Proyecto.	163

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.1 Autorizaciones ambientales otorgadas al Proyecto Minero Peñasquito.	13
Tabla II.2. Disponibilidad de agua en el Acuífero Cedros.	13
Tabla II.3. Títulos de Concesión para el aprovechamiento de agua subterránea.	14
Tabla II.4. Coordenadas de localización del polígono del Proyecto Planta Prototipo EcoTails.	21
Tabla II.5. Servicios requeridos para el desarrollo del Proyecto.	31
Tabla II.6. Etapas de desarrollo del Proyecto.	33
Tabla II.7. Programa general de desarrollo del Proyecto (en trimestres).	34
Tabla II.8. Criterios de diseño de la Planta de Procesos.	38
Tabla II.9. Criterios de la Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003 relativos al monitoreo de las obras del Proyecto.	50
Tabla II.10. Residuos peligrosos que generará el Proyecto.	56
Tabla III.1. Alineación de los objetivos sectoriales al Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.	64
Tabla III.2. Alineación de los objetivos del PROMARNAT al Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.	67
Tabla III.3. Instrumentos regulatorios aplicables al Proyecto.	71

Proyecto Planta Prototipo EcoTails

Tabla III.4 Vinculación del Proyecto con Normas Oficiales Mexicanas.....	86
Tabla III.5. Límites máximos permisibles de exposición a ruido en centros de trabajo (NOM-011-STPS-2001).	88
Tabla III.6. Valores límite de concentración ambiental de partículas PM ₁₀ y PM _{2.5}	89
Tabla III.7. Áreas Naturales Protegidas federales en el estado de Zacatecas.....	90
Tabla III.8. Características generales de la Unidad Ambiental Biofísica (UAB 27-Sierras Transversales) donde se sitúa el Proyecto.	97
Tabla IV.1. Temperatura (°C) promedio mensual y anual para las estaciones de Cedros y Mazapil	110
Tabla IV.2. Precipitación (mm) promedio mensual y anual para las estaciones de Cedros y Mazapil	111
Tabla IV.3. Riqueza de especies vegetales en el Sistema Ambiental.	133
Tabla IV.4. Índice de Valor de Importancia (V.I.) para el estrato arbóreo del Sistema Ambiental.	136
Tabla IV.5. Índice de Valor de Importancia (V.I.) para las especies del estrato arbustivo micrófilo registradas en el Sistema Ambiental.	137
Tabla IV.6. Índice de Valor de Importancia (V.I.) para las especies del estrato arbustivo rosetófilo registradas en el Sistema Ambiental.	138
Tabla IV.7. Valores de los Índices de diversidad -Margalef (M) y Shannon (H)- y de la Equitatividad (J) para el estrato arbustivo micrófilo en el Sistema Ambiental.....	138
Tabla IV.8. Valores de los Índices de diversidad -Margalef (M) y Shannon (H)- y de la Equitatividad (J) para el estrato arbustivo rosetófilo en el Sistema Ambiental.....	139
Tabla IV.9. Especies del Sistema Ambiental catalogadas dentro de alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.....	140
Tabla IV.10. Especies de flora registradas en la superficie del Proyecto.	141
Tabla IV.11. Número de Ordenes, Familias, Géneros y Especies de fauna presentes en el Sistema Ambiental.....	145
Tabla IV.12. Listado de especies registradas en el Sistema Ambiental.....	145
Tabla IV.13. Abundancia de los vertebrados terrestres registrados en el Sistema Ambiental.	148
Tabla IV.14. Riqueza específica y abundancia registrada de los Vertebrados registrados en el SA.....	151
Tabla IV.15. Especies de vertebrados terrestres registrados en el MF-UMP con categoría de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010.	151
Tabla IV.16. Especies registradas en el área de Proyecto	152
Tabla IV.17. Valoración del paisaje.	156
Tabla IV.18. Sensibilidad del paisaje por algún tipo de alteración.	157
Tabla IV.19. Usos de suelo en el municipio de Mazapil, Zacatecas.	160
Tabla IV.20. Cantidad y porcentajes (a nivel municipal y estatal) que cuentan con servicios básicos en Mazapil. ..	161
Tabla IV.21. Indicadores de población del municipio de Mazapil y el estado de Zacatecas con respecto a la población nacional.	162
Tabla IV.22. Indicadores de marginación para la comunidad de Mazapil, municipio de Mazapil, Zacatecas.	165
Tabla IV.23. Indicadores de marginación para la comunidad de Los Charcos, municipio de Mazapil, Zacatecas. ..	167
Tabla IV.24. Indicadores de marginación para la comunidad de Las Mesas, municipio de Mazapil, Zacatecas.....	168
Tabla IV.25. Indicadores de marginación para la comunidad de Palmas Grandes, municipio de Mazapil, Zacatecas.	169
Tabla IV.26. Indicadores de marginación para la comunidad de Los Cedros, municipio de Mazapil, Zacatecas.	170
Tabla IV.27. Indicadores de marginación para la comunidad de Nuevo Peñasco, municipio de Mazapil, Zacatecas.	172
Tabla IV.28. Crecimiento de la población en las localidades cercanas al Proyecto.....	173
Tabla IV.29. Diagnóstico ambiental que existe en el Sistema Ambiental sin la presencia del Proyecto.	177
Tabla V.1 Indicadores de Impacto Ambiental seleccionados para la evaluación.	188
Tabla V.2. Valores límite de concentración ambiental de partículas PM ₁₀ y PM _{2.5}	189
Tabla V.3. Límites máximos permisibles de emisión de gases por el escape de los vehículos múltiples o utilitarios, camiones ligeros CL.1, CL.2, CL.3 y CL.4, camiones medianos y camiones pesados en circulación, en función del año-modelo.	190

Proyecto Planta Prototipo EcoTails

Tabla V.4. Límites máximos permisibles de emisión de partículas sólidas.....	190
Tabla V.5. Límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación equipados con motor a diésel, en función del año-modelo del vehículo.	191
Tabla V.6. Límites máximos permisibles del nivel sonoro en ponderación “A” emitido por fuentes fijas.....	191
Tabla V.7. Límites máximos permisibles de exposición de los trabajadores a ruido estable, inestable o impulsivo durante el ejercicio de sus labores, en una jornada laboral de 8 horas.	191
Tabla V.8. Actividades del Proyecto con potencialidad de impacto.....	200
Tabla V.9. Matiz de interacción entre los indicadores ambientales seleccionados y las obras o actividades del Proyecto.	201
Tabla V.10. Criterios empleados para evaluar la magnitud de los impactos ambientales.	202
Tabla V.11. Criterios empleados para evaluar la significancia de los impactos ambientales.	203
Tabla V.12. Fórmula, criterios de valoración y categorías de clasificación de impactos ambientales.....	204
Tabla V.13. Niveles de magnitud de impactos ambientales considerados en la evaluación del Proyecto.	204
Tabla V.14. Matriz simplificada: Valores de magnitud de interacciones ambientales.....	206
Tabla V.15. Matriz de evaluación de magnitud y significancia de impactos ambientales.	207
Tabla V.16. Impactos (interacciones) por tipo y nivel de magnitud.....	211
Tabla VII.1. Comparación de escenarios posibles en el área del Proyecto.....	250

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

I.1 PROYECTO

La Unidad Minera Peñasquito (UMP) realiza actividades de explotación de minerales de oro y plata en la zona de Mazapil, Zacatecas, mediante una explotación a cielo abierto y beneficio de mineral en un sistema de lixiviación de mineral oxidado y flotación de sulfuros.

La Unidad Minera al momento se encuentra realizando actividades y operando en todos sus frentes cubriendo los objetivos operativos que se han manifestado a las autoridades y han sido autorizados, el cambio de uso de suelo se ha consolidado y se tienen un desarrollo minero integral en todos sus componentes.

La extracción y beneficio conllevan la necesidad de contar con un sistema óptimo para la depositación de residuos y el manejo de agua en circuito cerrado el cual a la fecha está asegurado y opera de acuerdo con lo planificado.

No obstante, a este correcto desarrollo de las actividades y considerando que las tecnologías mejoran constantemente, se pueden vislumbrar áreas de oportunidad en el trabajo minero, así ha sido posible optimizar el beneficio, mejorar los sistemas internos de control e incrementar la seguridad o, como en el presente caso, respecto al mejoramiento en cuanto al uso y recirculación del agua.

Así se ha identificado una alternativa adicional al manejo actual a partir de una tecnología de vanguardia que en términos básicos implica la transformación de jales (lodos con textura arenosa) en un material inerte con una textura sólida (GeoWaste), esto permitiría un manejo seguro de los jales con tasas de recuperación de agua mucho más elevadas que mediante un sistema convencional de sedimentación.

El proyecto motivo del presente estudio se refiere a la instalación de una planta prototipo para el beneficio de jales (generados en otras etapas de operación de la UMP) donde se llevará a cabo el desarrollo de una nueva tecnología -denominada como EcoTails- pensada para mejorar el manejo del agua y aumentar su recuperación después de su uso en los procesos mineros operantes en la misma UMP.

En la Planta EcoTails se desecarán los jales provenientes de las plantas de beneficio de mineral y se mezclarán con roca residual para crear un producto mixto denominado “GeoWaste”, mismo que se depositará en la tepetatera NPSC.

Los objetivos de establecer esta planta prototipo son:

- 1) mejorar el sistema de recuperación del agua utilizada en los procesos para su recirculación como parte del sistema de circuito cerrado en activo, este sistema adicional de recuperación permitirá recircular el agua contenida en los jales nuevamente hacia el mismo proceso de beneficio de mineral, con esto se prevé (a futuro) una disminución sobre la presión de uso de agua fresca a partir de los pozos autorizados para la unidad minera, es decir, una reducción de impacto sobre el acuífero autorizado para explotación.

Sin embargo, antes de decidir implementar dicho sistema, la Empresa pretende -como se indica- llevar a cabo un periodo de prueba, esto con el fin de demostrar que la nueva tecnología funcionará como se diseñó. Es importante destacar que esta actividad no modifica los alcances actuales de la unidad minera, y se realizaría en áreas de uso minero en donde ya se autorizó el cambio de uso de suelo forestal.

Considerando lo anterior y de acuerdo con lo que establece la normatividad se presenta ante la autoridad el denominado **Proyecto Planta Prototipo EcoTails**.

Es importante destacar que la construcción y funcionamiento de la Planta Prototipo EcoTails no modificará (en lo respectivo al beneficio de mineral) las características técnicas inherentes al proyecto minero autorizado.

El Proyecto planeado considera utilizar superficies en un sitio con uso de suelo autorizado y empleado anteriormente por otras facilidades mineras por lo que no implica el incremento de la superficie de ocupación ni de cambio de uso de suelo de la UMP.

Para la realización de la actividad indicada (prueba piloto), será necesario llevar a cabo las siguientes adecuaciones:

- Instalación de la planta prototipo EcoTails.
- Habilitar un área de maniobras y servicios.
- Rehabilitación de tramos de camino.

- Habilitación de una línea de conducción de energía eléctrica y subestación de distribución de energía hacia la planta prototipo (incluyendo un cuarto de control de distribución de energía).
- Instalación de ductos de conducción de agua.
- Edificio administrativo (oficinas) para el personal de la Planta EcoTails.
- Área de mantenimiento (taller) para la maquinaria de la planta.

Resulta importante recalcar que para instalar las obras previstas ya se identificó un área idónea al interior del polígono minero de la UMP, esta zona es adyacente a las ya empleadas para la explotación minera actual. El conjunto de todas las necesidades enlistadas, así como las actividades asociadas con todas sus etapas de desarrollo, constituye el Proyecto que se presenta en esta Manifestación de Impacto Ambiental.

I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

Proyecto Planta Prototipo EcoTails.

I.1.1.1 DATOS DEL SECTOR Y TIPO DE PROYECTO

SECTOR

Minería.

SUBSECTOR

Minería de minerales metálicos y no metálicos, excepto el petróleo y gas.

RAMA

Minería de Metales Metálicos.

SUB-RAMA

Minería de Oro y Plata.

I.1.1.2 TIPO DE PROYECTO

El Proyecto responde a la preocupación y compromiso ambiental que la Empresa ha adquirido desde etapas tempranas de la UMP. En este sentido, el implementar mejoras para el uso y recirculación del agua de proceso y la disposición final de residuos del proceso minero es una constante en las políticas ambientales de Minera Peñasquito.

Así, el Proyecto se refiere al desarrollo de una prueba piloto que implica instalar una Planta Prototipo para la recuperación de agua donde se llevará a cabo un proceso de

espesamiento y filtración de jales, para así generar un residuo minero (llamado GeoWaste) que al tener un contenido de agua mínimo se pueda -de considerarse adecuado- depositar como tepetate, lo cual se reflejará en una disposición con mayores ventajas ambientales.

La prueba piloto contribuirá a identificar alternativas que mantengan la viabilidad ambiental de la UMP, de ser valorada como una alternativa factible se tendría una mejora en el sistema actual de recirculación y un aumento en las tasas de recuperación de agua.

Para llevar a cabo el Proyecto, no se requieren modificaciones a las obras ya instaladas en la unidad minera, la instalación de la Planta Prototipo EcoTails implica únicamente utilizar superficie ya autorizada al interior de la propia UMP, es decir, se dará uso a terrenos ya autorizados en materia de cambio de uso de suelo, minimizando así el efecto derivado que pudiera presentarse al incrementar la superficie de uso minero.

Es importante destacar que el Proyecto no modifica las operaciones ya autorizadas de la UMP.

I.1.1.3 ESTUDIO DE RIESGO Y SU MODALIDAD

No se requiere de la presentación del Estudio de Riesgo correspondiente. Esto porque el Proyecto y sus actividades no consideran la utilización de sustancias enlistadas como peligrosas.

I.1.1.4 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto se localiza dentro del área de desarrollo de la UMP, actualmente autorizada y en operación, ubicada aproximadamente 12 km al oeste del poblado de Mazapil, municipio de Mazapil, en el estado de Zacatecas, México.

I.1.1.5 TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO

La vida útil del Proyecto será -sin considerar la etapa de cierre, que dependerá de la continuidad que se decida dar- de 33 meses.

I.1.1.6 PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL

Toda la documentación legal se presenta dentro del Anexo 1 “Documentación Legal” que acompaña a este documento.

I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

Minera Peñasquito S.A. de C.V. es una sociedad constituida bajo las leyes mexicanas, según consta en la escritura No. 44 340 emitida el día 21 de enero de 1999, otorgada ante la fe del Notario Público Lic. Jorge Robles García, adscrito y asociado al titular de la Notaría Pública No. 12 de Guadalajara, Jalisco, y que obra inscrita en el Registro Público de la Propiedad y del Comercio de Guadalajara, Jalisco, el día 21 de Abril de 1999, bajo el número 204-205, del tomo 698, del Libro Primero del Registro de Comercio; registrada el 5 de noviembre de 1999, bajo el número 150, a fojas 165 frente a 166 frente, del volumen XXXVI del Libro de Sociedades Mineras del Registro Público de Minería, de la Dirección General de Minas, de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, ahora Secretaría de Economía; cuyo Registro Federal de Contribuyentes es MPE-990122-137.

La denominación de la sociedad fue modificada a Minera Peñasquito, S. A. de C. V., según consta en escritura No. 12 786, del día 21 de febrero de 2006, otorgada ante la fe del Notario Público Lic. José Sergio Miller Mata, titular de la Notaría Pública No. Cinco de Hidalgo del Parral, Chihuahua, y que obra inscrita en el Registro Público de la Propiedad y del Comercio del Distrito Judicial Hidalgo, estado de Chihuahua, el día 6 de Marzo de 2006, bajo el número de Folio Mercantil Electrónico 2469 * 7.

I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES (RFC)

MPE990122TM3.

I.2.3 NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL

José Arnoldo Grajeda Manríquez.

I.2.4 CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL

Gerente de Proyectos de Minera Peñasquito S.A. de C.V.

I.2.5 CLAVE ÚNICA DEL REGISTRO DE POBLACIÓN (CURP) DEL REPRESENTANTE LEGAL

[REDACTED]

I.2.7 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES

Domicilio:	Calle Primavera 2-A
Colonia:	Cañada del Sol
Código Postal:	98619
Municipio:	Guadalupe
Entidad federativa:	Zacatecas.
Teléfono:	[REDACTED]
Fax:	[REDACTED]
Correo electrónico:	[REDACTED]

I.3 DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

El presente estudio fue elaborado con la colaboración de profesionales y especialistas en aspectos de gestión ambiental.

I.3.1 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO

Luis Gerardo Montenegro Pérez.

I.3.2 RFC DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO

[REDACTED]

I.3.3 CURP DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO

[REDACTED]

I.3.4 CÉDULA PROFESIONAL DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO

[REDACTED] (Anexo Legal).

I.3.5 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

Domicilio:	Av. Popocatepetl #300, Edificio A-1, Interior 302
Colonia:	General Pedro María Anaya
Código Postal:	03340
Delegación:	Benito Juárez
Entidad federativa:	México, Distrito Federal
Teléfono:	
Fax:	
Correo electrónico:	

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La Unidad Minera Peñasquito (UMP), es una mina a tajo abierto localizada en el municipio de Mazapil, Zacatecas, que desarrolla operaciones de aprovechamiento en dos yacimientos polimetálicos, "Peñasco" y "Chile Colorado", para la obtención de oro, plata, zinc y plomo, mediante dos procesos separados, uno para óxidos y otro para sulfuros.

El mineral de óxidos es tratado mediante el proceso de lixiviación en montones, recuperación y fundición para la obtención de doré. El mineral de sulfuros es tratado para la separación y obtención de concentrados de zinc y plomo. Los finos de estas operaciones se procesan subsecuentemente por flotación de plomo y zinc.

Las instalaciones con que cuenta la UMP para el procesamiento de óxidos consisten en un patio de lixiviación, una planta de recuperación Merrill-Crowe y el área de fundición. En tanto que, para el procesamiento del mineral de sulfuros, se dispone de la quebradora primaria, un sistema de quebradoras secundarias de pebbles y la planta de sulfuros, la cual incluye dos líneas de molienda, dos líneas de flotación y la presa de jales.

Adicionalmente, existen áreas para el depósito del material estéril y suelo recuperado (suelo orgánico), así como instalaciones de mantenimiento, almacenamiento y administración, una clínica médica y un campamento de operaciones para los trabajadores.

La Empresa ha realizado diversos estudios con el objetivo de optimizar el procesamiento actualmente realizado en la UMP, con base en esquemas que se sustenten en análisis detallados sobre la factibilidad técnica, ambiental y financiera de la ejecución de alternativas.

Uno de los esquemas de optimización identificados y propuestos en esta MIA, considera la instalación de una planta prototipo, denominada Planta EcoTails, donde se desecará la corriente de residuos (jales) provenientes del proceso de beneficio de mineral; este desecamiento permitirá recuperar el agua contenida en los jales para posteriormente ser conducida a una pileta de contención y finalmente redirigida hacia áreas donde se lleva a cabo el beneficio de mineral.

Adicionalmente, el desecado de los jales hace factible mezclarlos con roca residual (Tepetate), esta mezcla crearía un producto mixto denominado "GeoWaste" que, durante esta etapa de prueba, se depositarán en la misma presa de jales operativa para la UMP; mas adelante y después de hacer la valoración pertinente al GeoWaste, se considerará la

conveniencia de depositar dicho residuo como parte del tepetate en que se dispone en la tepetatera denominada como NPSC, que es colindante con la actual presa de jales.

El Proyecto -como ya se ha mencionado- contempla la implementación de una planta prototipo para demostrar que la nueva tecnología de filtros de 3 x 5 m funcionará como se diseñó. La Planta Prototipo EcoTails procesará -en esta etapa de prueba- un máximo de 35,000 toneladas de jales por día (tpd).

Los jales resultantes del proceso actual de beneficio seguirán depositándose en la presa de jales (TSF) actual, sin modificación, y solo se transformarán los que sean utilizados en la prueba piloto, que pueden variar en su volumen de acuerdo con el protocolo de pruebas y resultados.

La instalación de la Planta Prototipo EcoTails es simple, aunque deben de desarrollarse algunos arreglos a la superficie identificada como útil para las actividades que faciliten la operación de la planta, estos arreglos son:

- Identificar y adecuar un Área de maniobras y servicios.
- Habilitar accesos (camino) al interior del polígono de prueba.
- Derivar una línea de conducción de energía eléctrica y subestación de distribución de energía hacia la Planta Prototipo (incluyendo un cuarto de control de distribución de energía).
- Instalación de ductos de conducción de agua.
- Instalar facilidades de obra con carácter administrativo (tráiler para oficinas) para el personal involucrado.
- Establecer una superficie donde se realice el mantenimiento del equipo que será utilizado en esta etapa de prueba.

Cabe mencionar que, adyacente a la actual Planta de Lixiviación de Pirita (PLP), la zona donde se instalará la Planta EcoTails corresponde a un área ya autorizada para cambio de uso de suelo ubicado al interior del polígono minero de la UMP. Dicho terreno es de uso minero y no sustenta vegetación diferente a la manifestada en autorizaciones previas al desarrollo minero en el área.

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

II.1.1 ANTECEDENTES DE LA UNIDAD MINERA PEÑASQUITO

Desde la década de 1950 y hasta el año 2005, diversas empresas mineras realizaron trabajos de exploración en el área donde se estableció la actual Unidad Minera Peñasquito. Se puede mencionar a Minera Kennecott S.A. de C.V., Western Copper Holdings Ltd., Western Silver Corporation, Mauricio Hochschild & Cía. Ltda. y Glamis Gold Corporation.

Los trabajos realizados en ese período incluyeron inspecciones de reconocimiento geológico, sondeos geoquímicos y geofísicos de escala regional, reconocimiento por polarización inducida, sondeos radiométricos y magnéticos terrestres y aéreos, barrenación por disparo de aire giratorio, por circulación inversa y perforación con extracción de testigo.

A partir de los resultados de dichos trabajos, en el año 2004 se elaboró un estudio de prefactibilidad, uno de factibilidad en 2005 y una actualización en 2006, los cuales aportaron los elementos base para el diseño del proyecto minero actual.

Atendiendo a las obligaciones que establece la normatividad en materia ambiental, en septiembre de 2006 Minera Peñasquito, S.A. de C.V. solicitó a la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental la autorización de impacto ambiental y riesgo del proyecto. El 12 de diciembre de ese año dicha autoridad emitió la autorización respectiva mediante la **resolución administrativa S.G.P.A.-DGIRA.-DDT.-2441.06**.

Posteriormente a la emisión de dicha resolución, la Empresa ha solicitado diversas autorizaciones a la autoridad ambiental correspondiente, para incorporar modificaciones al proyecto. Las modificaciones solicitadas y aprobadas al momento se pueden resumir así:

- Modificación solicitada y autorizada el 9 de marzo de 2007 mediante el **Oficio S.G.P.A./DGIRA.-DG.-0537.07**, para hacer arreglos a la disposición espacial de las áreas e infraestructura minera, generando una reducción de la superficie total ocupada.
- Solicitud para reubicar la presa de jales a 1,283 metros al oeste del sitio originalmente autorizado, dentro del mismo polígono y sin modificar su superficie o la del proyecto. Se autorizó el 14 de noviembre de 2007, mediante el oficio **S.G.P.A./DGIRA.-DG.-2754.07**.

- Ampliación del proyecto, consistente en el incremento de la capacidad productiva, de 80,000 a 150,000 toneladas diarias, y la ampliación de la superficie de ocupación por el crecimiento de ciertas áreas (unificación de los tajos norte y sur, terreros, presa de jales, patio de lixiviación, almacenes de suelo, quebradora primaria, circuito de sulfuros, piletas de concentración, planta Merrill–Crowe y planta de tratamiento), así como la incorporación de nuevas áreas (terrero noreste, nueva planta de beneficio de flotación, dos sistemas de molienda de alta presión, canal de desvío del Arroyo Grande, vivero y estanques de agua). Fue autorizada el 12 de junio de 2008, por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental mediante el **Oficio S.G.P.A./DGIRA/DG/1835/08**.

- **Proyecto Ampliación del Depósito de Jales y Fase II del Patio de Lixiviación.** Consistió en incrementar la producción de la UMP, incorporando nuevas reservas para su explotación y procesamiento, lo que conllevó a la ampliación de parte de la infraestructura existente, así como la relocalización de algunos componentes. Para esto, se requirió ampliar el área de lixiviación, incrementar la superficie para el depósito de material estéril, ampliar la presa de jales e instalar un sistema de quebradora en corta (dentro del tajo) y bandas transportadoras. Asimismo, se desarrollaron obras de apoyo, como nuevos tramos de camino, nuevas líneas de conducción de energía eléctrica y agua, y nuevos patios y áreas de maniobras.

El proyecto implicaba la ocupación adicional de 1,770 ha para dichas obras. Esto determinó un área total de ocupación de 4,892.48 ha para la UMP, lo cual fue autorizado el 26 de junio de 2012 por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental mediante el **Oficio S.G.P.A./DGIRA/DG/4860**.

- **Modificaciones** para los proyectos Ampliación del Depósito de jales y Fase II del Patio de Lixiviación, Modificación al Arreglo del Proyecto Minero Peñasquito y Ampliación del Proyecto Minero Peñasquito, para el uso de 65.7877 hectáreas para la ampliación de la tepetatera norte y el depósito de material estéril en ella, autorizadas por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental mediante los Oficios **S.G.P.A./DGIRA/DG/00436**, **S.G.P.A./DGIRA/DG/00254** y **S.G.P.A./DGIRA/DG/00435**, con fechas del 20 de enero de 2015, 12 de enero de 2015 y 20 de enero de 2015, respectivamente.
- El **Proyecto de Optimización Metalúrgica** (POM) se ubicó en el área de desarrollo de la UMP. La superficie total considerada para el POM es de 61.3999168 hectáreas, de las cuales 22.974659 requirieron de la autorización de cambio de uso de suelo por considerarse forestales.

Las superficies de ocupación del conjunto de obras consisten, de manera general, en una planta de lixiviación de piritas, una planta de enriquecimiento de concentrado, áreas de maniobras y servicios, además de un campamento de construcción y operación.

El objetivo del proyecto es optimizar el beneficio de minerales de la UMP, mediante la implementación de dos nuevos sistemas que permitirán, por una parte, extraer Cu y Sb presentes en bajas concentraciones en los jales provenientes de la planta de sulfuros de la UMP y, por otra parte, mejorar la calidad del concentrado actualmente producido en la planta de beneficio (concentrado de Pb, Au y Ag). Ambos sistemas, constituidos por las nuevas plantas de procesamiento, conforman parte de un plan de optimización operativa que involucra mejorar la eficiencia del sistema de beneficio de minerales, la destoxificación de jales y la recuperación de productos adicionales a los que actualmente se obtienen de la UMP.

Este proyecto fue aprobado mediante oficio **SGPA/DGIRA/DG/06600**, con fecha 24 de septiembre de 2015.

- El **Proyecto Ampliación al Patio de Lixiviación de Óxidos Fase 2 y Tepetatera Norte (PAPLTN)** consiste en mantener la capacidad productiva de la UMP, a través del incremento en el área de ocupación del patio de lixiviación de óxidos fase 2, la construcción de una nueva pileta de contingencias, la reubicación de un camino de acceso y de un tramo de línea eléctrica, una tubería de agua fresca, el movimiento de un banco de almacenamiento de suelo orgánico, la demolición de una trituradora abandonada y una pileta de agua para construcción.

Asimismo, considera la ampliación de la superficie que ocupa la tepetatera norte, la construcción de una rampa ascendente, un camino aledaño de 2,337 m y un canal auxiliar para la desviación de las aguas pluviales hacia el canal principal.

La poligonal donde se inserta la UMP tiene una superficie de 4,892.00 ha y la superficie de este proyecto es de 133.834342 ha, de las cuales 68.9551 requirieron de la autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de uso de suelo, mientras que las restantes 64.9793 ya cuentan con autorización previa.

Este proyecto fue aprobado mediante oficio **SGPA/DGIRA/DG/2325** con fecha del 11 de abril de 2016.

Adicionalmente a las autorizaciones en material de impacto ambiental señaladas, Minera Peñasquito S.A. de C.V. obtuvo las correspondientes a los trabajos de exploración y la construcción de una pista de aterrizaje, un campamento habitacional, el libramiento

Mazapil-Cedros, una línea de transmisión eléctrica y dos subestaciones eléctricas. En todos los casos en que fue necesario se obtuvieron también las autorizaciones para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Una lista de las autorizaciones obtenidas y vigentes se presenta en la Tabla II.1.

Tabla II.1 Autorizaciones ambientales otorgadas al Proyecto Minero Peñasquito.

OBRA	MATERIA	AUTORIZACIÓN	FECHA DE EMISIÓN
Libramiento Mazapil-Cedros Pista de aterrizaje Campamento habitacional	Impacto Ambiental	DFZ152-203/06/1156	09. Oct. 2006
Libramiento Mazapil – Cedros Pista de aterrizaje Campamento habitacional	Cambio de Uso de Suelo	DFZ152-201/06/1196	05. Oct. 2006
Línea de transmisión y subestaciones eléctricas	Impacto Ambiental	DFZ152-203/06/1336	23. nov. 2006
Línea de transmisión y subestaciones eléctricas	Cambio de Uso de Suelo	DFZ-201/06/1391	04. Dic. 2006
Proyecto minero Peñasquito	Cambio de Uso de Suelo	DFZ152-201/06/1400	11. dic. 2006
Proyecto minero Peñasquito	Impacto Ambiental y Riesgo	S.G.P.A.-DGIRA.-DDT.-2441.06	12. dic. 2006
Arreglo al Proyecto Minero Peñasquito	Impacto Ambiental (modificación)	SGPA./DGIRA.-DG.-0537.07	09. Mar. 2007
Reubicación de la Presa de Jales	Impacto Ambiental (modificación)	SGPA./DGIRA.-DG.-2754.07	14. nov. 2007
Ampliación del Proyecto Minero Peñasquito	Cambio de Uso de Suelo	DFZ152-201/07/1449	19. dic. 2007
Ampliación del Proyecto Minero Peñasquito		S.G.P.A./DGIRA/DG/1835/08	12. jun. 2008
Ampliación del Depósito de Jales y Fase II del Patio de Lixiviación		SGPA./DGIRA/DG/4860	26. jun. 2012
Proyecto de Agua del Norte "WF"	Impacto Ambiental	DFZ152-203/14/0221	31. Ene. 2014
Camino a Estación Repetidora		DFZ152-203/14/1201	16. jun. 2014
Exploración Noche Buena		DFZ152-203/14/1202	
Modificación al Arreglo al Proyecto Minero Peñasquito		SGPA. /DGIRA/DG/00254	12. Ene. 2015
Modificación a Ampliación del Proyecto Minero Peñasquito	Impacto Ambiental (modificación)	SGPA./DGIRA/DG/00435	20. Ene. 2015
Modificación a la Ampliación del Depósito de Jales y Fase II del Patio de Lixiviación		SGPA./DGIRA/DG/00436	20. Ene. 2015

En relación con el abastecimiento de agua, CONAGUA estima que para el 2013 el Acuífero Cedros -donde se sitúa el Proyecto- contaba aún con una disponibilidad media anual de agua subterránea de 18.450839 millones de metros cúbicos (Tabla II.2).

Tabla II.2. Disponibilidad de agua en el Acuífero Cedros.

Clave	R ¹	DNCOM ²	VCAS ³	VEXTET ⁴	DAS ⁵	DÉFICIT
Cifras en Millones de metros cúbicos anuales						
3218	54.5	7.6	28.449161	7.2	18.450839	0.000000

Notas: Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" y "4" de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000.

¹ R: recarga media anual.

² DNCOM: descarga natural comprometida.

³ VCAS: volumen concesionado de agua subterránea.

⁴ VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos.

⁵ DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea.

A la fecha, Minera Peñasquito S.A. de C.V. ha obtenido ocho títulos de concesión para el aprovechamiento del agua subterránea necesaria para la operación de la UMP. Dichos títulos fueron emitidos por la Comisión Nacional del Agua entre 2008 y 2013 y –en conjunto– autorizan la extracción de hasta 40.30 millones de metros cúbicos de agua al

año (Tabla II.3). En este contexto, es importante destacar que los requerimientos de agua para el presente Proyecto serán cubiertos a partir de estas concesiones.

Tabla II.3. Títulos de Concesión para el aprovechamiento de agua subterránea.

TÍTULO DE CONCESIÓN	FECHA	VOLUMEN (M ³ /AÑO)
07ZAC120195/36FMDL08	1° abril 2008	2,150,000.00
07ZAC120326/36FMDL08	4 noviembre 2008	2,687,380.00
07ZAC100886/36FMDL09	15 abril 2009	450,000.00
07ZAC120616/36FMDL09	7 julio 2009	16,869,046.60
07ZAC121303/36FMDL11	31 enero 2011	2,155,169.00
07ZAC121550/36FMDL12	22 marzo 2012	1,846,747.00
07ZAC154026/36FMDL13	21 noviembre 2013	8,201,217.20
07ZAC121366/36FMDL14	14 mayo 2013	5,927,820.20
Total		40,287,380.00

Las operaciones de la unidad minera reciclan aproximadamente el 70% del agua que utiliza en sus procesos. Se espera que este volumen aumente de ser exitoso el proceso que se planea probar con el Proyecto motivo de la presente solicitud de autorización. Como se ha mencionado anteriormente, el agua necesaria quedará dentro de los volúmenes actualmente autorizados para la UMP.

Cabe recordar que la Empresa mantiene un monitoreo permanente del acuífero, a través de una red de pozos establecidos en 60 puntos, para supervisar los niveles de agua y algunos de ellos también se utilizan para monitorear la calidad de la misma.

Respecto del agua residual de campamento y oficinas, la Empresa cuenta con el Título B00.E.44.1.-0214/0296, expedido el 22 de enero de 2014 por la Comisión Nacional del Agua, a través del cual se otorga el permiso para descargar aguas residuales por un volumen de 96,991.45 m³ anuales.

Con respecto a las aguas residuales generadas por el Proyecto se pretende que su manejo será por tratamiento a través de la planta de la UMP o por el manejo de terceros autorizados.

II.1.2 NATURALEZA DEL PROYECTO

La UMP, como se indicó, cuenta con las autorizaciones en materia de impacto ambiental necesarias para operar con una capacidad de procesamiento de 150,000 toneladas por día, con un plan de minado hasta el año 2032. Las actuales reservas indican que el término podría ocurrir anticipadamente, por lo que uno de los beneficios de este Proyecto es el dar la posibilidad de llegar a 2032. Adicionalmente, se continúa con los esfuerzos de identificar reservas adicionales que aseguren alargar la vida útil de la UMP.

Por otra parte, la Empresa ha realizado diversos estudios técnicos que han posibilitado identificar áreas de oportunidad que permitan ampliar la rentabilidad -en términos

técnicos, económicos y de cumplimiento ambiental- del proyecto minero, con un balance favorable en el contexto presente.

De esta manera es que se propone la implementación de acciones que permitan recuperar el agua contenida en los jales de proceso mediante el Proyecto Planta Prototipo EcoTails. Este Proyecto representa un paso (prueba) para identificar una alternativa para el mejoramiento en la recuperación de agua y manejo de los residuos mineros que actualmente se hace; el objetivo del Proyecto es desarrollar un protocolo para manejo de los jales, que tenga como resultado la recuperación de agua y disposición de residuos no saturados, es decir, secos. Este nuevo proceso permitirá también la generación y disposición final de un residuo geológico denominado como GeoWaste, que será química y geotécnicamente más estable, reduciendo el riesgo de deslave y generación de drenaje ácido.

El desarrollo de la planta prototipo pretendida supone incrementar las áreas de ocupación al interior de la UMP, por lo que la empresa en esta etapa y para evitar afectaciones innecesarias hizo el esfuerzo de ubicar las pruebas en áreas que actualmente cuentan con autorización de Cambio de Uso de Suelo y que ya fueron empleadas con anterioridad para otras actividades.

II.1.3 SELECCIÓN DEL SITIO

La selección del sitio para la ubicación de las obras y áreas operativas se determinó con base en la conjunción de una serie de criterios de naturaleza legal, normativa, técnica y ambiental.

Es importante destacar que, como todos los sitios que se seleccionan para el desarrollo de proyectos mineros, el sitio designado para el Proyecto está vinculado a los insumos requeridos para el procesamiento y, a partir del mismo, se establece la ubicación final. En general, se considera que las obras o facilidades pretendidas se encuentren lo más cercano posible al sitio de generación del insumo requerido (jales y tepetate), además de diversos aspectos técnicos que deben ser tomados en cuenta, incluidos los de carácter ambiental.

Como fue indicado previamente, el Proyecto que se presenta tiene el propósito claro a futuro de optimizar el proceso de recuperación de agua contenida en los jales, así como implementar una posibilidad de mejoramiento al manejo de residuos como los jales y tepetate en la unidad minera. En este sentido, los criterios generales para la selección del sitio del Proyecto están directamente relacionados con:

- i. La localización de las áreas de procesamiento.

- ii. El arreglo general de la unidad minera.
- iii. La factibilidad técnica y financiera de realizar el Proyecto.
- iv. Limitar las actividades propuestas a áreas que ya presentan usos autorizados para la actividad minera.

II.1.3.1 CRITERIOS LEGALES Y NORMATIVOS

La Ley Minera, reglamentaria del Artículo 27 Constitucional, otorga a los titulares de concesiones mineras 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 (Artículo 19).

Por su parte, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos permite que los residuos de la industria minera-metalúrgica, provenientes del minado y tratamiento de minerales, tales como jales, residuos de patios de lixiviación y los provenientes de los procesos de fundición, refinación y transformación de metales, se dispongan finalmente en el sitio de su generación (Artículo 17).

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.
- b) La Empresa posee los derechos de uso y ocupación de los terrenos respectivos.
- c) El sitio destinado para albergar la Planta Prototipo EcoTails (donde se hará la recuperación de agua y generación del GeoWaste) se localiza en áreas próximas a la Planta de Lixiviación de Piritas -PLP- y al depósito de jales existente.
- d) Se empleará para el depósito del GeoWaste la actual presa de jales. En etapas posteriores de desarrollo, se evaluará si las condiciones son óptimas (en concordancia con pruebas químicas hechas al GeoWaste) para su depositación en un sitio correspondiente a parte del área autorizada para depósito de tepetate que actualmente se denomina NPSC, actualmente en operación.

Se desprende que no existe ningún impedimento legal señalado por ambas leyes mencionadas para el desarrollo del Proyecto, siempre que de acuerdo con la evaluación que realice la autoridad en materia de impacto ambiental se corrobore que:

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

- Las actividades no causarán desequilibrios ecológicos que pongan en riesgo la integridad de las poblaciones de especies en riesgo.

Además, la presa de jales actualmente en operación cuenta con todas las especificaciones que establece la norma oficial mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003. Se indica esto ya que el área inicial para el depósito del GeoWaste es la misma presa.

Es importante destacar que el Proyecto:

- Es una prueba piloto en busca de mejorar la recuperación y recirculación de agua contenida en los jales generados durante el beneficio mineral.
- Esta prueba también implica identificar si la tecnología empleada puede mejorar las características de los jales para hacerlos más estables química y geotécnicamente y crear, a mediano plazo, un área de almacenamiento que sea geotécnica, geoquímica y ambientalmente segura y estable, es decir, que presente mejores condiciones de aptitud para el eventual cierre de la mina.
- Se busca validar que, pese al desecamiento de los jales (menor cantidad de agua y un incremento en la estabilidad química), éstos aún se pueden seguir depositando en las áreas destinadas para disposición de residuos autorizadas para la UMP.
- Los cambios en los residuos generados -tras su paso por la Planta Prototipo EcoTails- no implican quebranto o alteración del control ambiental necesario para garantizar que no se presentarán efectos ambientales adversos en el área, al contrario, pueden representar un aspecto coadyuvante en la minimización de impactos ambientales potenciales.

Por otra parte, la selección del sitio particular para el desarrollo de las obras del Proyecto se circunscribe dentro de superficies que están amparadas por los títulos de concesión minera de explotación que posee la Empresa en la zona.

II.1.3.2 CRITERIOS TÉCNICOS

La selección del sitio para las obras del Proyecto se basó en las siguientes consideraciones técnicas y operativas:

1. Localización en un área cercana a la planta de lixiviación de piritas existente, de donde se tomará el material para su operación.

Debido a que el volumen de jales empleados durante esta prueba piloto no modifica el volumen considerado para las autorizaciones solicitadas en años anteriores por la UMP, no se requiere una ampliación de la capacidad de la presa de jales ni de otras áreas destinadas a disposición de residuos, como la tepetatera NPSC.

2. Utilizar, en la medida de lo posible, las rutas y caminos de acceso al sitio del Proyecto que se encuentren en buen estado.
3. Utilizar las áreas que cuentan con Cambio de Uso de Suelo lo máximo que sea posible.

II.1.3.3 CRITERIOS AMBIENTALES

Los criterios ambientales considerados para determinar la localización de las obras fueron:

- Prevenir todo riesgo de contaminación del agua subterránea.
- Optimizar la ocupación espacial dentro del polígono de la UMP.

A partir de estas acotaciones y las particularidades físicas y bióticas de los sitios propuestos para la localización del Proyecto, se considera que los estudios realizados aportaron información relevante y suficiente para realizar una caracterización del sitio, adecuada a los requerimientos para la elaboración de esta Manifestación de Impacto Ambiental.

Los estudios desarrollados han servido también como base para la planeación, identificación y aplicación de medidas de control ambiental para las actividades a desarrollar durante las diferentes fases del Proyecto. Dichas medidas de control han sido incorporadas como parte del diseño del Proyecto con el propósito de conservar la calidad de los elementos ambientales (agua, aire, suelo, flora y fauna).

Considerando lo expuesto con anterioridad se tiene que:

- La ubicación es favorable al sitio de Proyecto.
- No existen elementos históricos, arqueológicos y/o culturales, que limiten el desarrollo del Proyecto.
- Se cuenta con antecedentes sólidos de gestión ambiental, a partir de las actividades de exploración y explotación que se han realizado conforme a la normatividad ambiental.
- El desarrollo de la actividad propuesta permite el uso de tecnológicas que han comprobado ser eficaces:
 - Tecnologías de procesamiento de última generación.
 - Control estricto de los parámetros de operación.

- Sistemas de control de emisiones eficaces que permiten la operación, de acuerdo con los requerimientos normativos en el ámbito laboral y manteniendo un control estricto de las concentraciones emitidas al medio.
- Recuperación de agua.
- Espesamiento de jales.
- Circuito Cero Descargas.
- Rehabilitación ambiental.

Estos aspectos son favorables para el desarrollo idóneo del Proyecto en el contexto presente, que además se verá fortalecido con una propuesta integral de medidas de mitigación adecuadas y eficaces, dadas las condiciones ambientales existentes.

II.1.4 UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN

La UMP se localiza en el municipio de Mazapil, 12 kilómetros al oeste del poblado y cabecera municipal del mismo nombre, en el estado de Zacatecas, México, entre las coordenadas geográficas 24°38' de latitud norte y 101°44' de longitud oeste, a una distancia aproximada de 240 kilómetros de la ciudad de Zacatecas y 25 kilómetros de Concepción del Oro (Figura II.1).

Por vía terrestre el acceso se realiza a partir de la Carretera Federal No. 54 y el Libramiento Mazapil–Cedros, a 25 kilómetros al sur de Concepción del Oro, construido por la Empresa para proveer al poblado de Mazapil de una conexión más directa con la carretera, evitando atravesar los terrenos destinados al aprovechamiento minero. El ingreso a la unidad minera se realiza a través de un camino de terracería de 12 kilómetros que parte de Mazapil. Adicionalmente, existe una vía especial para el tráfico pesado que parte de la desviación de la Pardita, a 40 km al sur de Concepción del Oro. Por vía aérea es posible acceder desde los aeropuertos de las ciudades de Saltillo, Zacatecas y Monterrey, al aeródromo civil de la Empresa situado en la propia unidad minera.

El Proyecto, como se ha mencionado, se inserta dentro del polígono de 4,892.00 hectáreas, que constituye el área de la UMP. Los vértices y coordenadas de los polígonos del Proyecto se indican en la Tabla II.4 , en tanto que su representación gráfica se ilustra en la Figura II.2.

Cabe mencionar que, dentro del polígono minero existen caminos de acceso en buen estado, mismos que facilitan el acceso a la zona de obras del Proyecto en cuestión.

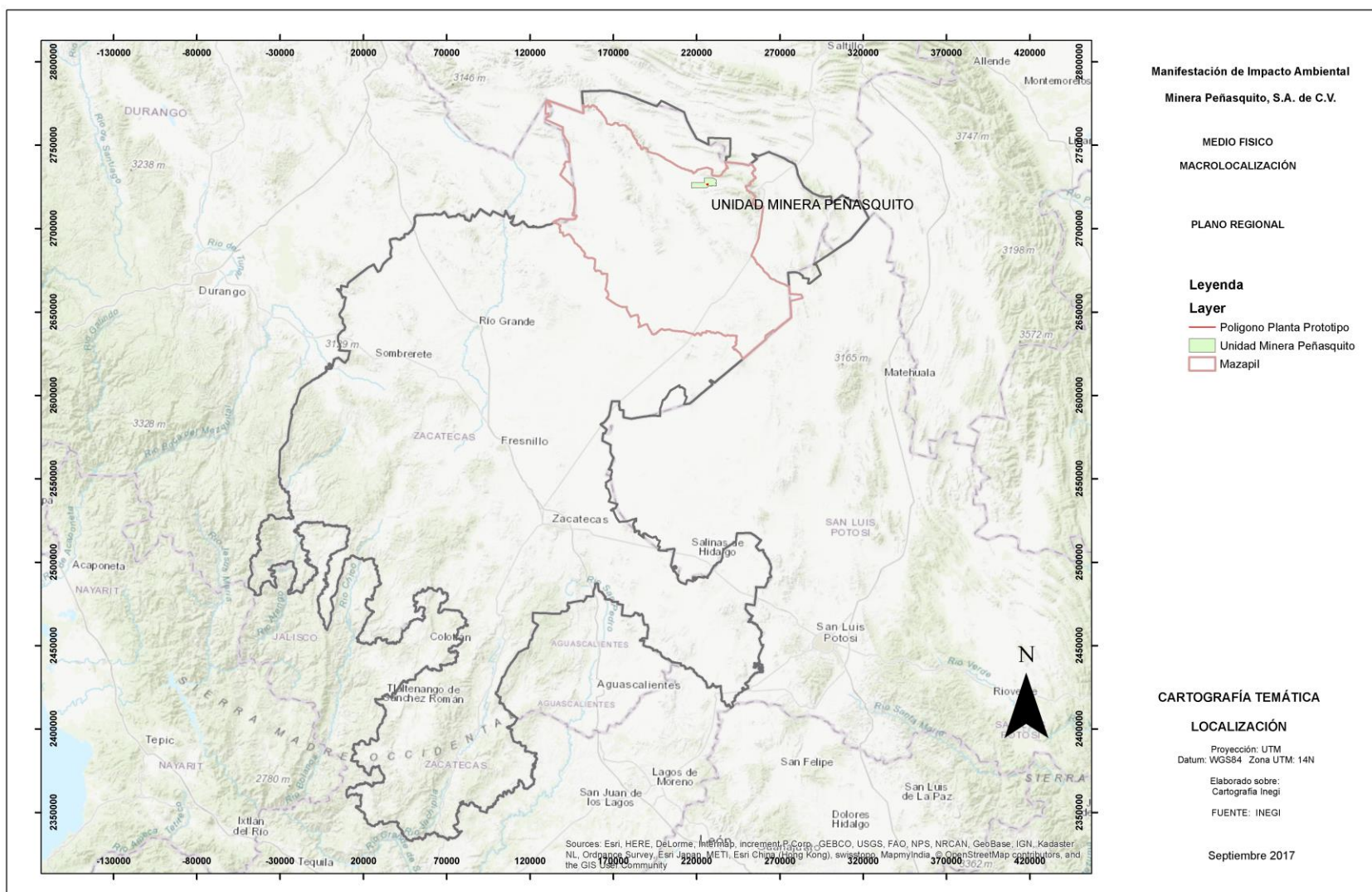


Figura II.1. Localización de la Unidad Minera Peñasquito respecto al Estado de Zacatecas.

Tabla II.4. Coordenadas de localización del polígono del Proyecto Planta Prototipo EcoTails (UTM, Datum WGS84).

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
1	226764.9086	2727008.101	14	226342.1629	2726558.58
2	226510.2912	2726734.681	15	226315.7668	2726582.643
3	226807.6899	2726706.534	16	226209.5155	2726593.51
4	226853.4853	2726630.602	17	226210.4129	2726602.284
5	226810.7312	2726610.801	18	226219.3463	2726689.631
6	226743.2432	2726620.702	19	225991.6204	2726716.322
7	226646.7814	2726493.014	20	225995.584	2726758.787
8	226590.5138	2726448.296	21	226273.1533	2726732.879
9	226720.1221	2726320.068	22	226265.2638	2726648.353
10	226675.9151	2726278.685	23	226384.1185	2726637.259
11	226564.7873	2726174.657	24	226690.8232	2726980.718
12	226265.4613	2726174.657	25	226738.888	2727032.332
13	226320.3815	2726534.687	26	226764.9086	2727008.101

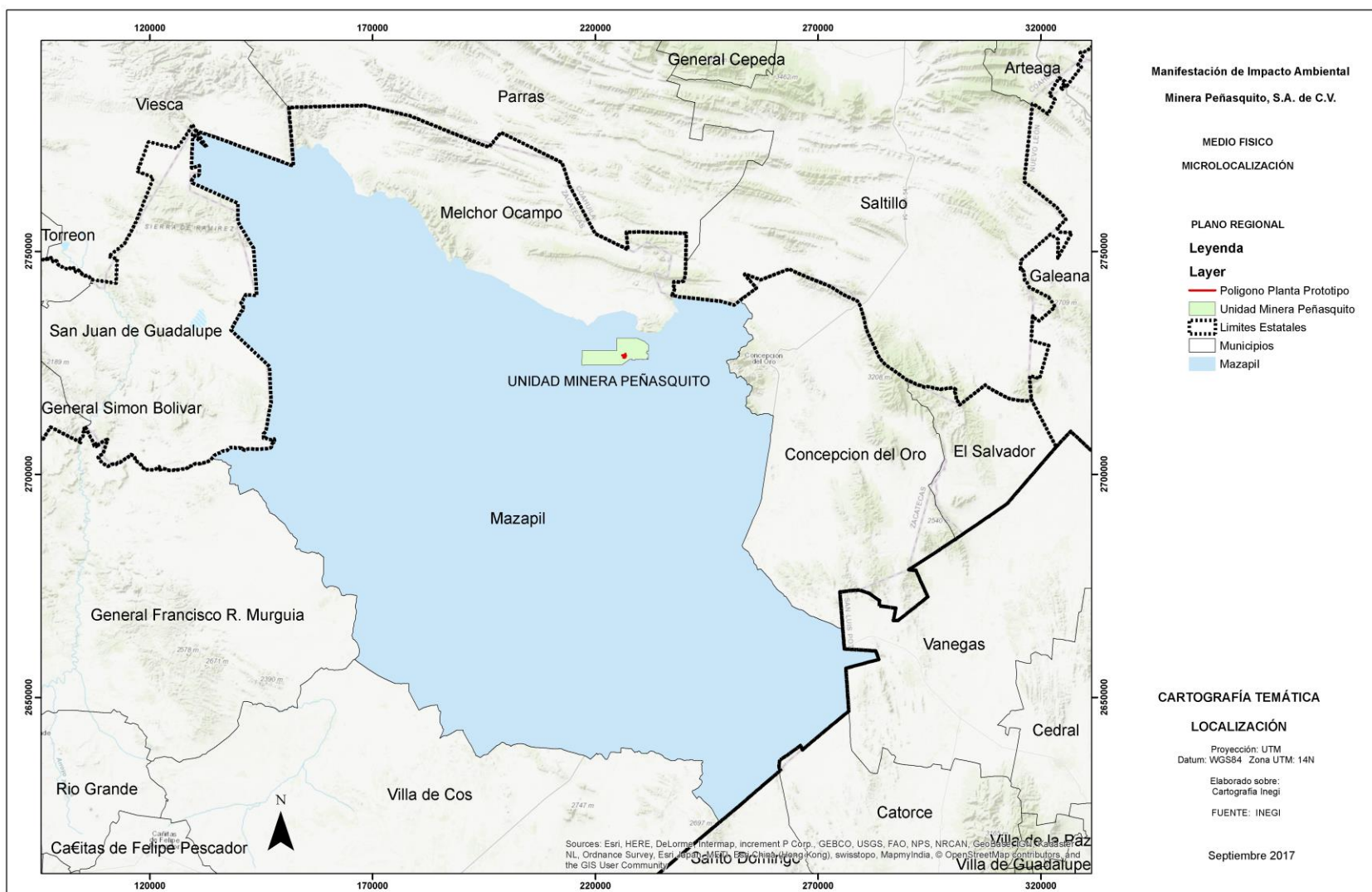


Figura II.2. Localización del Proyecto en relación con el polígono autorizado para el desarrollo de la Unidad Minera Peñasquito.

II.1.5 INVERSIÓN REQUERIDA

Los gastos de capital requeridos para el desarrollo del Proyecto ascienden a 120,000,000.00 USD (**\$2,121,598,543.38 M.N.**, considerando un tipo de cambio de \$17.68 M.N por dólar).

II.1.5.1 COSTOS DE CLAUSURA

El costo de las actividades al cierre del Proyecto al ser una prueba piloto no está aún estimado porque probablemente el Proyecto derivará en el desarrollo de una Planta de proceso con denominación EcoTails permanente.

II.1.6 DIMENSIONES DEL PROYECTO

La superficie requerida para el Proyecto es de 23.7853 ha e incluye la superficie necesaria para instalar el área de proceso (Planta Prototipo EcoTails)..

Dentro del polígono referido para el Proyecto, se pretenden utilizar las 23.7853 hectáreas para el desarrollo de las siguientes obras y áreas de operación:

- Planta Prototipo EcoTails.
- Área de mantenimiento (talleres).
- Almacenes de reactivos.
- Ductos (de jales, de recuperación de agua, de recuperación de sobreflujo).
- Línea de conducción eléctrica y subestación correspondiente (instalación de línea de 69 kV) para distribuir la energía dentro del Proyecto.
- Oficinas (tráiler) administrativas.
- Caminos (construcción del camino de acceso y mantenimiento de caminos de mina ya existentes).
- Obras de control de escorrentías.

Un esquema para La distribución espacial de las instalaciones y áreas del polígono se ilustra en las Figuras II.3 a II.5, se respetarán los límites indicados.

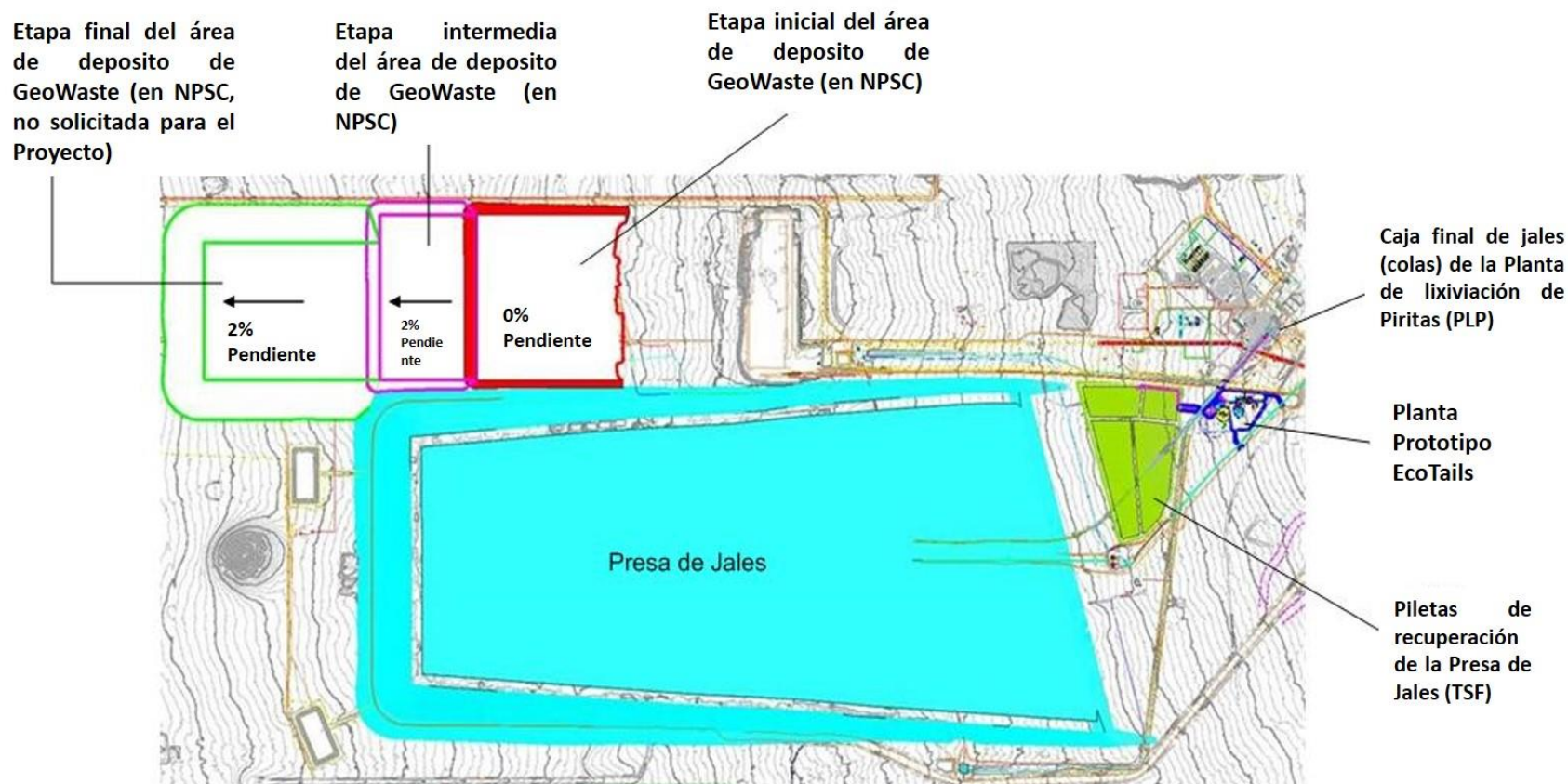


Figura II.3. Zonificación general de las áreas que comprenderían al proyecto EcoTails (los sitios de depositación de GeoWaste indicados no se consideran en esta etapa del Proyecto).

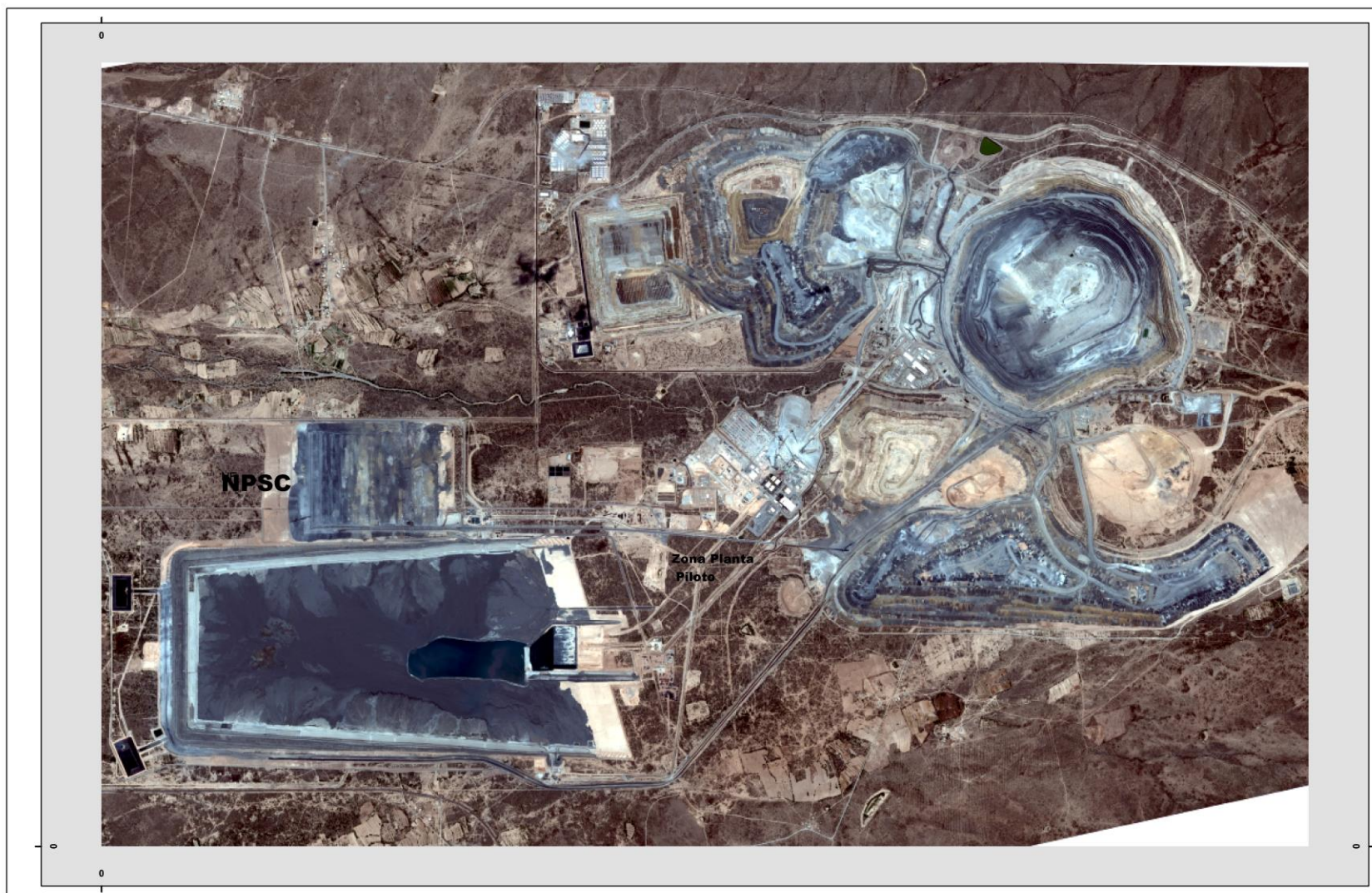


Figura II.4. Ubicación de las obras propuestas respecto a la infraestructura actualmente existente.

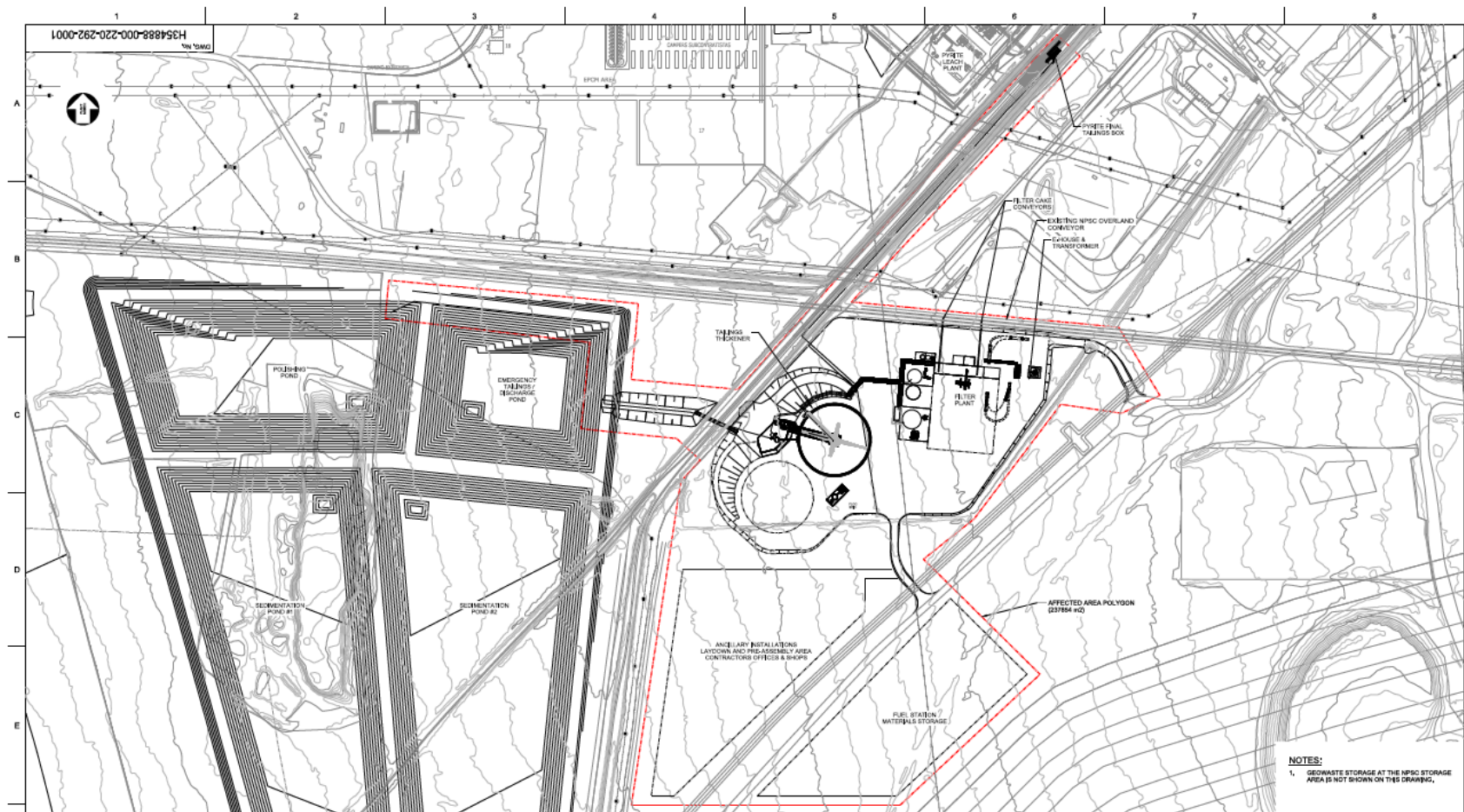


Figura II.5. Zonificación general de la superficie destinada al área del Proyecto (Planta Prototipo EcoTails, área de mantenimiento, almacenes, ductos, edificio administrativo y línea de conducción eléctrica).

II.1.7 USO ACTUAL DEL SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y SUS COLINDANCIAS

En la actualidad, el uso del suelo de las 4,892.00 hectáreas autorizadas a la UMP es de carácter minero. Anteriormente, en dicha zona se realizaban actividades agropecuarias de subsistencia, con crianza de ganado caprino y agricultura de temporal de bajo rendimiento, que generaron áreas desprovistas de vegetación.

Los terrenos previstos para el Proyecto poseen escasa cobertura forestal (determinada desde etapas tempranas del desarrollo minero, como matorral micrófilo) y pertenecen a sitios al interior de la UMP, donde ya se ha autorizado y realizado -en gran parte de la superficie considerada- el cambio de uso de suelo, motivo por el cual no se presenta el Estudio Técnico Justificativo para solicitar la autorización correspondiente al Cambio de Uso de Suelo.

Los usos del suelo y la vegetación regional, conforme a la clasificación de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO se ilustran en la Figura II.6.

En la zona del Proyecto no existen cuerpos de agua perennes, aunque hay presencia de corrientes intermitentes y estacionales. El clima de la zona es de tipo seco semiárido.

El curso de agua más próximo a la UMP lo constituye el Arroyo Grande, que atraviesa la parte central de la cuenca de Cedros con dirección sur a norte y es alimentado por varios arroyos tributarios, de los cuales los más importantes son el Arroyo Los Barriales y el Arroyo El Buey (Figura II.7). En el año de 2008 se autorizó un desvío de este curso en un tramo de 5.46 km, como obra preventiva y de control, indispensable para realizar el aprovechamiento de los depósitos de Peñasco y Chile colorado de la UMP. Este desvío no afectó el flujo hidráulico debajo de su corriente.

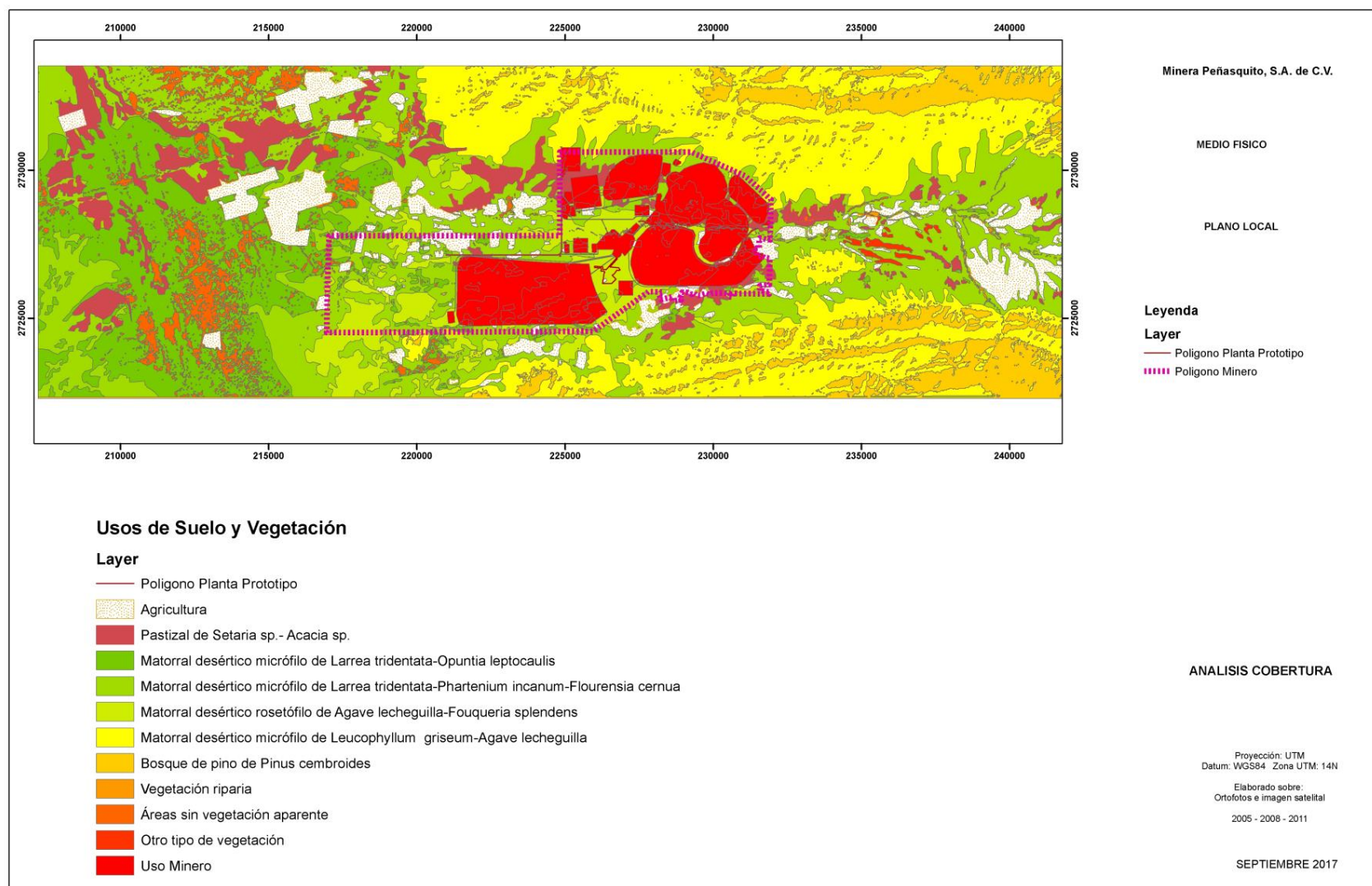


Figura II.6. Usos del suelo y vegetación del área del Proyecto y sus colindancias.

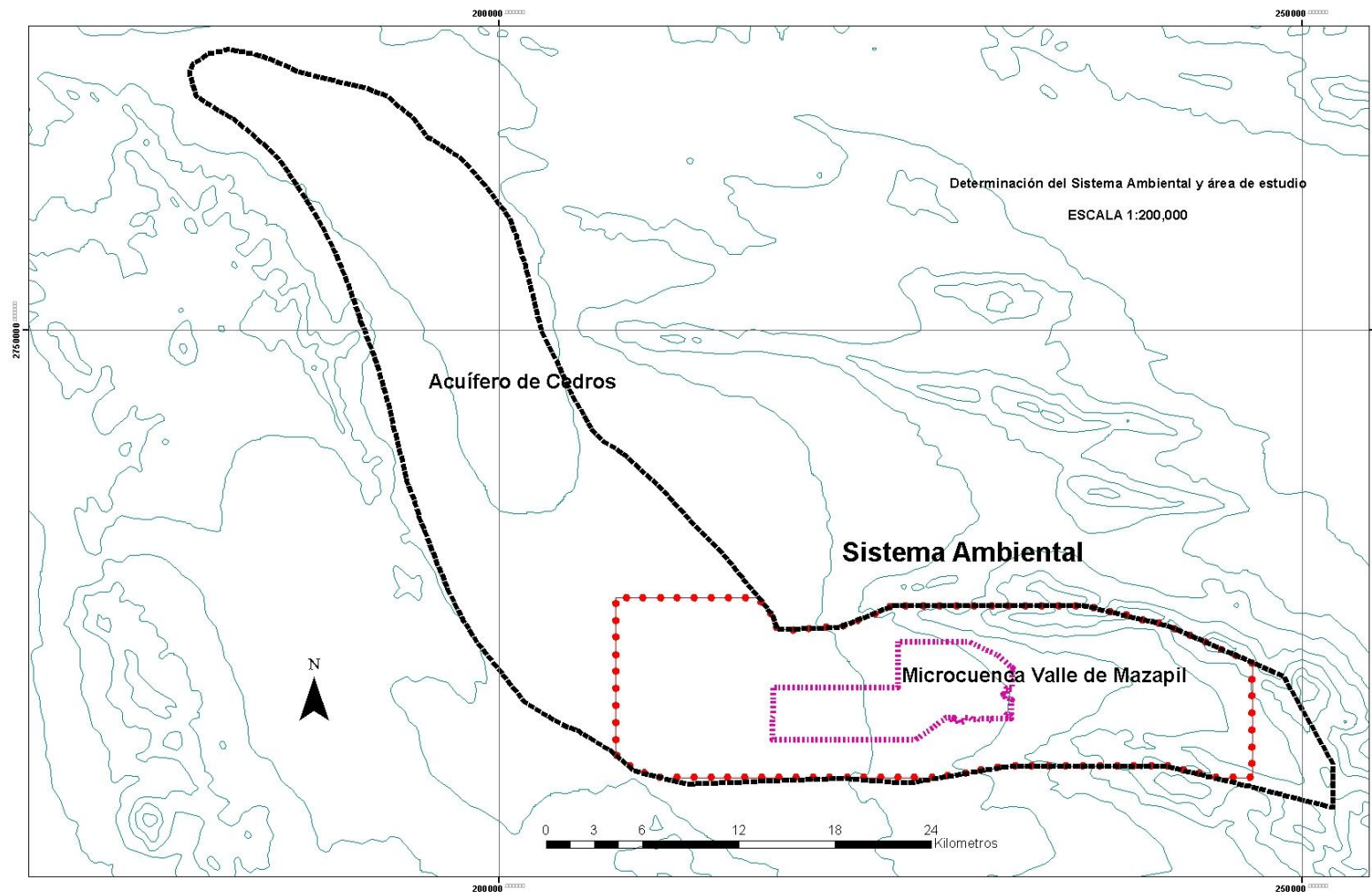


Figura II.7. Ubicación del valle de Mazapil, dentro del área definida hidrológicamente como Acuífero Cedros. En magenta el límite de la Unidad Minera Peñasquito; en rojo el límite del Sistema Ambiental definido para el Proyecto; en negro el límite del acuífero.

II.1.8 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS

En la actualidad, la UMP cuenta con todos los servicios necesarios para el desarrollo de sus operaciones. No obstante, debido a la instalación de las obras del Proyecto, será necesario rectificar, en algunos tramos al interior de la unidad minera, caminos de mina y la línea de transmisión de energía eléctrica.

La energía eléctrica es suministrada por la Comisión Federal de Electricidad, a través de una línea de transmisión eléctrica de 400 kV, que parte de la red troncal en el entronque Ramos Arizpe-Primero de Mayo y concluye en la subestación reductora localizada en la UMP. Los servicios de comunicaciones de la unidad minera incluyen internet y telefonía.

El agua de servicios y procesos que se abastece a la UMP procede de dos baterías de pozos ("Torres y Vergel" y "Agua del Norte-NWF") localizadas a 6 kilómetros de la mina. Minera Peñasquito S.A. de C.V. cuenta con los títulos de concesión otorgados por la Comisión Nacional del Agua, que le permiten la extracción de hasta 40.3 millones de metros cúbicos de agua al año. En la actualidad, la Empresa realiza el aprovechamiento de aproximadamente el 36.03 % del volumen total de agua concesionado. Si bien ese volumen de agua no se incrementará al operar el Proyecto aquí en evaluación, las necesidades adicionales de agua que surjan podrán ser satisfechas con el volumen de agua ya concesionada.

El suministro de combustibles se hará directamente en la UMP, la cual cuenta con dos estaciones de combustibles gas y diésel (franquicia tipo PEMEX); ambas estaciones son suministradas directamente de Cadereyta.

Respecto al alojamiento para trabajadores, la UMP cuenta con un campamento con capacidad para 3,300 personas, dotado de todos los servicios básicos, así como una clínica que proporciona a los trabajadores de la Empresa los servicios médicos básicos. Esta capacidad del campamento no se ampliará, sin embargo, no se descarta tal posibilidad.

En la Tabla II.5 se sintetizan las necesidades de servicios del Proyecto y el modo en que éstas serán atendidas.

Tabla II.5. Servicios requeridos para el desarrollo del Proyecto.

SERVICIO	DISPONIBILIDAD	REQUERIMIENTOS/SOLUCIÓN
Vías de acceso	Para el acceso al Proyecto existen caminos de terracería desde la carretera hasta el sitio (todos al interior de la unidad minera).	Será necesario realizar la apertura de un camino de acceso al Proyecto y continuar con el mantenimiento de los caminos ya existentes. Se continuará con el abasto mediante los pozos. El volumen de agua concesionada a la Empresa es suficiente para cubrir las necesidades de la UMP y del incremento que las actividades del Proyecto suponen.
Agua uso doméstico	El agua empleada en servicios proviene de una batería de pozos que la unidad minera opera.	Para el funcionamiento adecuado de las operaciones del Proyecto, a partir de la subestación existente se construirá una nueva línea y subestación de distribución.
Energía eléctrica	Existe una línea de transmisión eléctrica que cruza la zona del Proyecto.	Para el transporte de los empleados, la Empresa proveerá vehículos adecuados para el traslado durante el cambio de turno.
Transporte	No existe servicio regular hacia el sitio del Proyecto.	La UMP cuenta con dos estaciones de combustible autorizadas que son abastecidas regularmente por los distribuidores de PEMEX. Además, se contará con un sitio de reservorio para el abasto en el área de maniobras del Proyecto.
Disponibilidad de combustibles	Existen distribuidores de combustible de PEMEX en la región.	El Proyecto se integra al esquema de manejo de residuos de la Unidad Minera Peñasquito: - La disposición de residuos de tipo municipal se realizará en el relleno sanitario de la Empresa. - Los residuos peligrosos que se generen serán almacenados temporalmente para ser entregados periódicamente a una empresa autorizada en su traslado y disposición final segura.
Disposición de residuos	La UMP cuenta con la infraestructura necesaria para la disposición de los residuos sólidos urbanos mediante un relleno sanitario, almacén temporal de residuos peligrosos (ATRP) y sitio de acopio temporal de los residuos de manejo especial (ARME). Adicionalmente, se cuenta con prestadores del servicio de manejo de residuos que realizan la Recolección, Transporte y Disposición Final, los cuales cuentan con sus autorizaciones correspondientes.	
Fuerza laboral	En la región existen trabajadores que prestarán sus servicios al proyecto.	Se contratará personal de las localidades próximas al Proyecto, así como del estado.
Servicio médico	Existen servicios médicos y de salud en poblados cercanos como Mazapil y Concepción del Oro.	El proyecto utilizará los servicios médicos de la unidad de salud que mantiene la UMP. En la unidad de salud se brinda atención básica y de emergencia a los trabajadores. Adicionalmente, todos los trabajadores contarán con el servicio médico del Instituto Mexicano del Seguro Social.
Comedor	La UMP cuenta con el servicio de comedor y atiende a todos los trabajadores.	Los trabajadores que se integren a la plantilla laboral del Proyecto tendrán acceso al servicio de comedor de la unidad minera.
Hospedaje	La UMP cuenta con un campamento para hospedaje de los trabajadores.	Solo en caso de ser necesario, será ampliado el campamento para atender a la plantilla laboral existente y a la que se integrará debido a las actividades del Proyecto.
Telecomunicaciones	Disponible en el sitio de la unidad minera.	El Proyecto se integra a la red de comunicaciones de la unidad minera.

II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

El objetivo del Proyecto es desarrollar un nuevo proceso de recuperación de agua (contenida en los jales) y evaluar alternativas adicionales al manejo de jales y tepetate, que tenga como resultado la disposición de un residuo llamado GeoWaste (Figura II.8), con aproximadamente un 15 % de saturación de agua.

Este nuevo proceso posibilitará aún más el reuso de agua de proceso, incrementando así la efectividad del sistema de circuito cerrado y cero descargas que se tiene en la UMP, además tendrá como ventaja adicional mejorar el almacenamiento convencional de residuos ya que: i) el GeoWaste generado y depositado será geotécnicamente más estable (no hay riesgo de deslave en la conformación de los apilamientos del residuo) y ii) el GeoWaste es un residuo geoquímicamente estable.

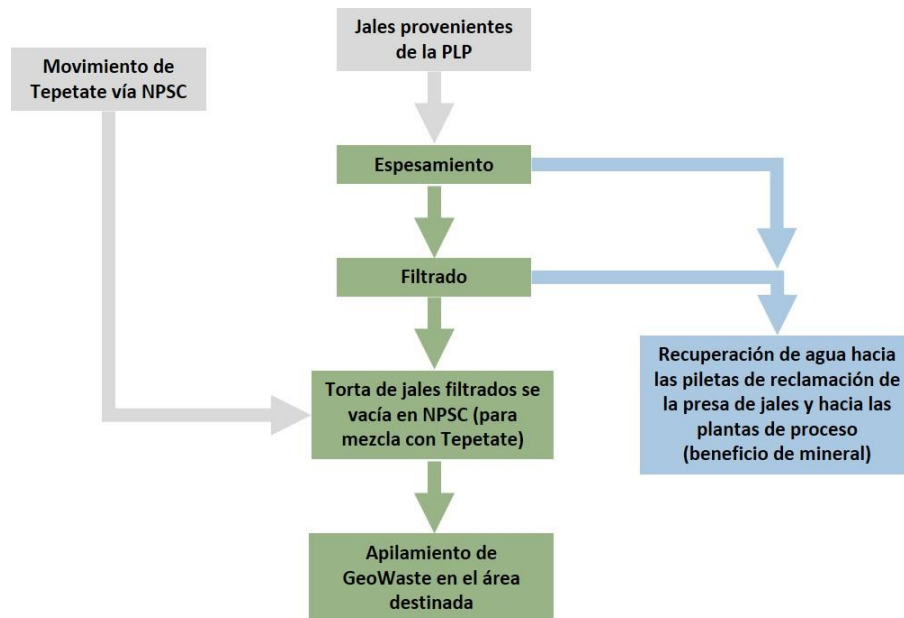


Figura II.8. Relación entre el proceso de beneficio actual (gris) en la Unidad Minera Peñasquito y los procesos en el Proyecto (en verde y azul).

La viabilidad técnica y económica del Proyecto se relaciona con la influencia directa al mejoramiento del proceso de recuperación de agua y disposición de jales y tepetate que la planta podría otorgar, incrementando los parámetros de seguridad -estructural y química- para la disposición final de los residuos.

Como consecuencia del desarrollo del Proyecto propuesto en este estudio, se pretende la construcción de una Planta Prototipo para recuperación de agua mediante el espesamiento y filtración de jales (Planta EcoTails).

Además de la obra indicada, el Proyecto contempla la construcción y/o rehabilitación de caminos mineros, la derivación de parte de la línea de transmisión de energía eléctrica existente, así como de conductos de agua. También se incluye la instalación de facilidades de apoyo, como son áreas administrativas (tráiler de oficinas), área de maniobras y almacenamiento.

El desarrollo de las obras señaladas supone el uso de 23.7853 ha al interior de la UMP, que serán utilizadas para instalar la planta prototipo y facilidades asociadas. De ser confirmado que el GeoWaste tiene características químicas y físicas aptas para su depositación en la tepetatera, se ha identificado un sitio adecuado de 120.2770 ha para recibir el GeoWaste generado, se solicitará el permiso de depositación correspondiente a la autoridad ambiental una vez que se haya confirmado lo anterior.

Es relevante señalar que el Proyecto que se somete a consideración de la autoridad ambiental, no implica modificación alguna en los procesos de minado, beneficio y recuperación de minerales en la UMP y tampoco involucra cambios en las características y especificaciones de las plantas de procesamiento de mineral.

El Proyecto constituye un procedimiento previo a la disposición de los jales, establecido para incrementar la recuperación de agua. Dicho proceso además de la mencionada recuperación de agua tendrá como resultado una disminución de volumen en los jales (al tener un contenido menor de agua ocupan menos espacio relativo). Sin embargo, estos posibles beneficios tampoco implican que se modificarán las especificaciones del área de depósito, ya que ésta se seguirá empleando como hasta ahora, considerando todas las recomendaciones y estándares de manejo de residuos más adecuados.

Además, es posible que las características químicas se modifiquen haciéndolos más estables, es decir, con menor potencial de generar drenaje ácido (se realizarán pruebas para confirmar o rechazar esta hipótesis, mismas que ayudarán a definir más adelante, si es pertinente la disposición del GeoWaste en la NPSC operativa).

II.2.1 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO

La construcción de las obras que integran el Proyecto se realizará simultáneamente a los trabajos y operaciones que actualmente se desarrollan en la unidad minera. (Tablas II.6 y II.7).

Tabla II.6. Etapas de desarrollo del Proyecto.

ETAPA	DURACIÓN (MESES)
Planeación y solicitud de autorización a la Autoridad Ambiental	6
Preparación del sitio para nuevas obras y ampliaciones	3
Instalación de Planta Prototipo y facilidades adicionales	6
Operación	18
Cierre de instalaciones y restauración final del sitio	En planeación ¹

1. Dependerá del desarrollo de esta etapa de prueba, si se continúa el proceso durante la vida útil de mina, el cierre de instalaciones de la Planta EcoTails se debe integrar al plan y tiempos de cierre de la UMP.

Tabla II.7. Programa general de desarrollo del Proyecto (en trimestres).

Actividades	2017	2018				2019				2020			
	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Obtención de Permisos													
MIA ¹													
Licencia de Construcción													
Construcción													
Movimiento de tierra y nivelación													
Instalaciones de la Planta EcoTails													
Instalación de obras asociadas (caminos, línea eléctrica, ductos) ²													
Operación													
Espesamiento y filtrado de jales													
Recuperación de agua													
Transporte de Tepetate													
Generación de GeoWaste (tepetate más jales espesados)													
Cierre o Continuidad del Proyecto durante la vida útil restante a la UMP³													

1. La solicitud de permisos se iniciará en octubre de 2017, a inicio del cuarto trimestre del año 2017.

2. Se consideran tres meses, sin embargo, se marcan dos trimestres ya que se planea que la construcción inicie durante el tercer trimestre de 2018.

3. El cierre definitivo de la planta prototipo o su continuidad dependerá de los resultados obtenidos, la decisión final se tomará en base a la evaluación de resultados del proyecto, que en esta fase se considera como prototipo.

II.2.2 PREPARACIÓN DEL SITIO

Se nivelarán y compactarán todas las áreas destinadas a las obras civiles (caminos, edificio /tráiler administrativo, Planta Prototipo EcoTails, subestación eléctrica, etc.). La nivelación y compactación se realizará con equipo idóneo (rodillos, tractores y motoconformadoras).

Es necesario mencionar que el área donde se pretende llevar a cabo el presente Proyecto carece en gran parte de la superficie de suelo orgánico y vegetación, ya que corresponde a un sitio de ocupación de la UMP donde ya se realizaron actividades. Debido a esto, se considera que las tareas de rescate y reubicación de flora y fauna, además del desmonte y despalle, fueron realizadas en concordancia a las autorizaciones de cambio de uso de suelo que ya fueron emitidas con anterioridad. Sin embargo, ya que son actividades consideradas dentro de los esquemas operativos de la UMP, está se contemplan y sus generalidades se mencionan a continuación.

II.2.2.1 IDENTIFICACIÓN Y REUBICACIÓN DE INDIVIDUOS DE FLORA Y FAUNA

La primera intervención en las áreas que ocupará el Proyecto consiste en la ejecución de un Plan de Rescate de los individuos de flora y fauna que se encontraron presentes en el sitio. Cabe destacar que la Empresa ha llevado a cabo acciones similares durante las diferentes etapas de desarrollo de la UMP, por lo que estas acciones han tenido una alta efectividad.

Dicho programa es aplicado para cualquier individuo de flora perteneciente a especies catalogadas bajo alguna categoría de riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, a aquellas especies de interés comercial o valor cultural, de lento crecimiento, así como a todos los ejemplares de fauna que se encontraron en el área independientemente de su condición de vulnerabilidad.

Los objetivos de estas actividades consisten en prevenir la mortalidad de individuos de flora y fauna silvestre, la disminución de poblaciones de especies de flora y fauna silvestres consideradas en riesgo, y la pérdida de la biodiversidad en el Sistema Ambiental definido para el Proyecto.

En el caso de la fauna silvestre, aunque se aplican preferentemente técnicas de disuasión de presencia, las actividades de captura y rescate cobran alta importancia en ejemplares de lento desplazamiento o individuos que no pueden desplazarse autónomamente.

En general, se realizan recorridos a pie en toda el área de interés. Esto, con el propósito de identificar y localizar los individuos de las especies que se encuentren presentes y evaluar su rescate, traslado o trasplante hacia áreas que no serían afectadas y que posean características similares al sitio donde fueron encontradas. Estas actividades las realiza personal especializado y con experiencia en el reconocimiento y manejo de las especies.

Es importante destacar que la mayor parte de la superficie identificada para el Proyecto está desprovista de vegetación, sin embargo, las actividades descritas en esta sección no se descartan al considerarse como aspectos importantes en la prevención y mitigación de impactos ambientales potenciales sobre la flora y fauna.

II.2.2.2 DESMONTE Y DESPALME

Para la preparación y acondicionamiento del sitio se realiza el desmonte de las áreas que cuentan con cobertura vegetal. Actualmente, debido a que ya la cobertura vegetal es escasa, este paso no parece necesario, mismo caso del despalle (retiro de la capa fértil de suelo). A pesar de ello, se mantendrá una supervisión permanente de los contratistas, a efecto de evitar la afectación de áreas adicionales a las requeridas por el Proyecto.

II.2.3 CONSTRUCCIÓN DE OBRAS Y OPERACIÓN DEL PROYECTO

El diseño del Proyecto se realizó con base en los resultados de estudios de campo realizados *ex- profeso* para determinar las mejores alternativas técnicas, ambientales y operativas, que cumplieran con estándares internacionales y los criterios y especificaciones particulares de las leyes mexicanas. Los estudios realizados son:

- Análisis y evaluaciones geoquímicas del material estéril y jales.
- Monitoreo geohidrológico.
- Estudios de fauna y vegetación.

Los resultados de dichos estudios se exponen en diferentes apartados de este documento, atendiendo a los requerimientos de la autoridad ambiental y conforme a la guía para la integración de la Manifestación de Impacto Ambiental.

II.2.3.1 PLANTAS DE PROCESOS

II.2.3.1.1 PLANTA PROTOTIPO ECOTAILS

La Planta Prototipo EcoTails está diseñada como una unidad operacional que integra todas las actividades relacionadas con un nuevo sistema de beneficio de jales para recuperación del agua que contienen (tecnología denominada como EcoTails) en la misma área. Las instalaciones de la Planta se construirán al oeste-suroeste de la Planta de Lixiviación de Piritas (PLP) de la UMP (ver Figura II.3).

La superficie designada para la Planta Prototipo EcoTails y obras asociadas (23.7853 ha) estará sujeta a una estrategia de control de aguas superficiales, donde el agua de lluvia de contacto será recolectada en los bordos de la planta y será enviada a los estanques de recuperación. El agua sin contacto se canalizará al sistema de gestión de aguas pluviales del sitio. La Planta EcoTails tendrá las siguientes instalaciones:

- Área de Espesamiento
- Prensa de filtro

En estas instalaciones se llevarán a cabo los procesos de engrosamiento (espesamientos) y filtración de los jales. Los jales húmedos y filtrados se mezclarán con roca residual proveniente de los tajos y la tepetatera (mediante el sistema NPSC) y se depositarán en el área de almacenamiento de residuos. El agua recuperada será enviada a los estanques de recuperación de agua de la presa de jales (TSF), que están al oeste de donde se ubicará la Planta EcoTails; esta agua será reutilizada en el proceso de beneficio de mineral (Figura II.9).



ED

Además de este circuito de proceso, la Planta Prototipo EcoTails contará con otras instalaciones:

- Edificio Administrativo. Consiste en un “edificio” de aproximadamente 72 m² que se ubicará al noroeste del almacén de planta existente. El edificio contará con oficinas, sala de conferencias y área de sanitarios.

Esta área administrativa estará conformada por un edificio modular de doble ancho (tráiler). El edificio contará con iluminación cenital, calefacción y aire acondicionado.

- Almacén. Consiste en un área de aproximadamente 100 m² para reactivos (dicho sitio albergará dos contenedores de supersacos de floculante sobre pallets) y 450 m² para repuestos (refacciones). El almacén de reactivos tendrá una losa de hormigón y contención.
- Taller de Mantenimiento. Se construirá dentro de la misma planta, tendrá una superficie de 624 m². El edificio será construido con un marco de estructura de acero.
- Sistema contra incendio. Los sistemas de supresión de incendios serán instalados según lo requerido por las regulaciones y por los requisitos de seguro de Marsh.

El sistema de detección de incendios constituirá una ampliación del sistema de prevención actualmente instalado en la UMP.

- Sistema de drenaje (alcantarillado). Las alcantarillas sanitarias de áreas particulares de la planta (oficina, sanitario) estarán conectadas a un tanque séptico situado al sur de la planta.

Los criterios de diseño de la Planta EcoTails se indican en la Tabla II.8.

Tabla II.8. Criterios de diseño de la Planta de Procesos.

CONCEPTO	CRITERIO DE DISEÑO
Jales procesados diariamente	35,000 tpd
Disponibilidad	90%
Tonelaje Anual procesado	

DESCRIPCIÓN DE PROCESOS (DE PRUEBA) EN LA PLANTA ECOTAILS

Como ya se indicó, el desarrollo del proceso del Proyecto se centra en convertirse en una mejora a la operación de la UMP. El protocolo identificado considera que después del proceso de recuperación de agua, los jales filtrados en la Planta Prototipo EcoTails sean mezclados con residuos de roca (tepetate) provenientes de las operaciones mineras en una proporción que estará entre el rango de 0:1 a 4:1 (tepetate: jales) para crear una mezcla denominada GeoWaste.

La proporción final se establecerá dependiendo de las características del GeoWaste resultante, buscando tener un producto estable físicamente (geotécnicamente) y con la menor humedad posible. Se espera que -de resultar viable- el trabajo de la Planta EcoTails se mantenga durante la restante vida útil de la mina.

Esta mezcla de GeoWaste se depositará en inicio en la presa de jales (ya operativa) y -después de hacer las pruebas pertinentes para determinar potencial de generación de drenaje ácido y otros aspectos- se evaluará la pertinencia de continuar su depósito dentro de la actual área de depósito de residuos NPSC. El objetivo será -a mediano plazo- minimizar la depositación de jales convencionales y crear un área de almacenamiento de GeoWaste que sea geotécnica, geoquímica y ambientalmente segura y estable, apta para el eventual cierre de la mina.

El desarrollo del proceso pasará de una fase inicial -que es la pretendida planta prototipo de un máximo de 35,000 tpd- a una fase de producción durante la vida útil (Life of Mine -LOM- por sus siglas en inglés) de hasta 120,000 tpd de producción. Los tonelajes se refieren a la masa de residuos de la planta de flotación filtrada, sobre una base seca. El objetivo de implementar la planta prototipo de 35,000 tpd es probar y evaluar la efectividad del filtro H3050 y del mismo proceso de espesamiento de jales.

La operación de esta planta prototipo requiere el espesamiento y filtrado de los jales provenientes del proceso de beneficio de mineral y la posterior mezcla del residuo espesado con tepetate que surge de las operaciones mineras, en una proporción establecida en el rango de 0:1 a 4: 1 (con el promedio anticipado más cercano al uso de la proporción 4:1) y, luego, depositar esta mezcla -llamada GeoWaste- ya sea en la presa de jales o en la pila de residuos NPSC (esto último requerirá el aval de la autoridad correspondiente).

Las siguientes secciones describen la fase de la planta prototipo de 35,000 tpd, en la que el prototipo del filtro H3050 será probado y evaluado. Los pasos del proceso que se utilizarán en la preparación y apilamiento del GeoWaste son:

- Control de tamaño de roca de desecho (tepetate) usando el sistema NPSC existente.
- Espesamiento de jales.
- Filtración de jales.
- Clarificación y recuperación del agua.
- Filtrado del jal espesado y mezcla con tepetate para generar el GeoWaste.

- Transporte del GeoWaste utilizando el sistema NPSC existente.
- Apilamiento de GeoWaste utilizando el apilador Takraf existente.

La planta de filtración está diseñada para poder operar las 24 horas del día, 365 días al año, con un tiempo mínimo de operación del 90%.

La ubicación de la Planta EcoTails está determinada por la vinculación efectiva al sistema de transporte de jales y al sistema NPSC existentes, teniendo en cuenta los requisitos futuros de la Planta Prototipo durante la vida útil de la mina. Se preparó un estudio de ubicación de la planta durante el PFS para justificar la ubicación elegida para la planta.

MANEJO DE LA ROCA RESIDUAL/TEPETATE (ZONA FBS ÁREAS 061 Y 062)

La roca residual (tepetate) se obtendrá a través del sistema NPSC existente. El tamaño máximo por utilizar será de 400 mm nominal, se usará un calibrador mineral como sistema de control. El tepetate será transportado a través del sistema transportador NPSC, mismo que alimenta el sistema de apilado TAKRAF también existente.

Corresponderá al personal de operación mantener un avance lo más estable posible durante las operaciones normales. El sistema NPSC se cierra durante un mínimo de una hora por día para la extracción de mineral en el pozo. Durante este tiempo no se dispondrá de tepetate en el sistema NPSC.

ÁREA DE LA BOMBA ALIMENTADORA DE JALES ESPESADOS (ÁREA FBS 620)

La corriente de suspensión de jales proveniente de la Planta de Lixiviación de Piritas (PLP, por sus siglas en inglés) será la fuente de alimentación de la Planta Prototipo EcoTails. Actualmente, las corrientes de jales de la PLP pasan a través de muestreadores a la caja de jales (600-BX-11) en la fosa de jales antes de fluir -a través de tuberías terrestres- hasta la presa de jales.

Se instalará una bomba de alimentación de espesante en la caja de jales de la PLP para dirigir un cuarto de la corriente de esos jales hacia la Planta Prototipo EcoTails. La descarga a partir de la bomba instalada será conducida mediante una tubería HDPE hacia la zona de espesamiento de la Planta EcoTails.

Se utilizará -como medida de seguridad- una bomba de sumidero para el drenaje/desalojo de emergencia del pozo de la bomba de alimentación. La bomba de sumidero descargará directamente a la caja de jales de la PLP.

ÁREA DE ESPESADOR (FBS 640 DESECACIÓN DE JALES)

Un espesador de 80 m de diámetro espesará la corriente de jales desde un 30% hasta obtener el 60% requerido de densidad de jales, para alimentar el filtro prensa. Esto es necesario para que el proceso de "filtrado rápido" produzca una torta suficientemente seca y transportable. Para evitar la duplicación de gasto, este espesador tendrá un tamaño nominal para filtrar 60,000 tpd (cabe recordar que el presente proyecto de planta prototipo considera sólo el filtrado de hasta 35,000 tpd) y se reutilizará en la Planta EcoTails permanente si el Proyecto se considera viable hasta el final de la vida útil de la mina.

Para el espesamiento, la corriente de jales -bombeada al 30 % p/p (peso por peso o weight per weight en inglés, siglas w/w)- se diluye hasta 28 % (p/p) de sólidos, usando el filtrado y otras suspensiones efluentes del área de filtrado (lavado de tela, soplado de núcleo y lavado de núcleo) antes de alimentar el espesante.

La solución madre de floculante se diluye con agua de proceso (no de los pozos) y se añade al espesador de jales en la unidad de desaireación. Esto se realiza en al menos tres puntos del tubo de alimentación -antes y después del P-DUC®-; proceso auxiliar para la sedimentación de los jales. La solución madre de floculante se mezclará en el sitio (en la planta).

Las bombas de sumidero del área de filtrado se conectan a una "pantalla de basura" del espesador. La pantalla se requiere para minimizar la entrada de residuos en el espesante, que podría dañar las bombas de flujo o crear problemas en el filtro. La carga o filtrado que se acumule en la pantalla se descarga en una tolva de residuos del área de espesamiento de jales.

El sobreflujo del espesador se descargará en un tanque de desbordamiento de espesante. Se extraerá agua de este tanque para alimentar un sistema de clarificación (mismo que proporciona o recircula el agua al sistema de sellado de la junta y de lavado del filtro). El exceso de agua fluirá hacia la pileta de sobreflujo de la presa de jales, desde donde será bombeado de nuevo a la planta de procesos.

El flujo-inferior del espesante, con un 60 % de sólidos (p/p), se bombeará a un tanque de alimentación de filtro. El espesador de flujo-inferior estará equipado con dos bombas (una en funcionamiento y otra de reserva). Esta bomba activa creará un bucle de reciclado de flujo-inferior de espesante para permitir el control de densidad de flujo.

El área de espesamiento también contará con una bomba de sumidero para recuperar los posibles derrames y regresarlos al espesante. El área de espesamiento contará con

pendientes de flujo del 2 %, típica para las operaciones de concentrado. Los pequeños derrames serán contenidos por los bordos y sistemas de canaletas. Para los derrames mayores -como podría ser un desbordamiento incontrolado del espesador- el diseño del área incluirá una zanja recubierta de concreto que se dirigirá a la pileta de descarga de emergencias de la presa de jales.

El tanque de alimentación del filtro está dimensionado para un volumen de operación de dos ciclos completos sin capacidad de sobretensión.

FILTRADO DE JALES

Se utilizará un solo filtro AFP H3050, equipado con placas de 3 x 5 m. Cuando haya inactividad en este filtro, los jales espesados pasarán directamente a la presa de jales. El filtro tendrá un conjunto de bombas de alimentación dispuestas en serie para lograr las presiones de alimentación requeridas. Al menos un conjunto de bombas de reserva de fábrica estará disponible en todo momento para facilitar el cambio rápido de bombas dañadas o desgastadas.

Los jales filtrados se descargarán en un alimentador híbrido de correa (HAB). El HAB descargará en la cinta transportadora de jales filtrados que estará diseñada para una capacidad nominal de 1,250 tph. La cinta transportadora de jales filtrados los sacará de la Planta EcoTails y los depositará en el transportador.

MEZCLA Y TRANSPORTE

El transportador de jales filtrados los descargará a través de un conducto sobre el transportador terrestre existente, colocando una capa de jales filtrados sobre la presa de jales.

El caudal de los jales filtrados se medirá utilizando un marco de pesaje ("tamiz") de cuatro rodillos. La masa medida proporcionará una métrica de rendimiento para la operación de la planta de demostración. Los jales filtrados y el tepetate se mezclarán a medida que pasen a través de los diferentes conductos de transferencia en el actual sistema de apilamiento de rocas TAKRAF. Debido a que se está buscando establecer cuál es la proporción adecuada de tepetate y jales filtrados, se ha decidido probar con rangos de proporción que varían de 0:1 a 4:1 (tepetate: jales). Dependiendo de los resultados (aprendizaje) respecto a la depositación del GeoWaste, se decidirá cuál es la proporción final por utilizar.

SERVICIOS

AGUA CLARIFICADA

El sobreflujo proveniente del área de espesamiento se clarificará usando un filtro de medio granular para producir agua con menos de 30 ppm de sólidos, misma que será empleada como agua de utilidad para el lavado del filtro y para el sistema de sellado (de alta presión) de la junta. Esta agua se almacenará en un tanque de agua clarificada.

Los filtros se lavarán con agua mediante el uso de dos bombas que funcionarán en paralelo con un montaje en espera. El agua de lavado del núcleo será suministrada desde una sola bomba con un montaje en espera. El agua para el sello de alta presión será suministrada a partir de una sola bomba con montaje en espera y el agua del sello de baja presión será suministrada por una sola bomba.

AIRE COMPRIMIDO

Un solo compresor suministrará aire a un secador y receptor para el aire del filtro y, además, se tendrá un segundo receptor para el aire de la planta. Un soplador de aire suministrará volúmenes más grandes para el soplado del núcleo de la prensa del filtro, el barrido de rejillas y para la purga de líneas.

ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE GeoWaste NPSC (FBS 062)

El GeoWaste producido por la planta y transferido al transportador NPSC, que se extenderá al norte de la Planta EcoTails, será depositado en la presa de jales (al menos durante esta etapa inicial de prueba).

Posterior a hacer la evaluación química y física del GeoWaste para garantizar que son químicamente estables y estructuralmente seguros, se pretende que éstos sean depositados en el área de almacenamiento de tepetate NPSC, para hacer este depósito en la tepetatera NPSC se solicitará el aval correspondiente a las autoridades ambientales.

II.2.3.1.3 REACTIVOS EMPLEADOS

El único reactivo por emplear en las actividades de la Planta Prototipo EcoTails es un floculante¹; probablemente sea utilizado el llamado “polímero seco” (en presentación de polvo y se usa en solución).

¹ Un floculante es una sustancia química que aglutina sólidos en suspensión, provocando su precipitación.

II.2.3.1.4 CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA DEL GEOWASTE

La implementación del Proyecto además de aumentar el volumen de agua recuperada dará lugar a un cambio en las características geoquímicas del GeoWaste, en comparación con los jales que actualmente se generan y depositan en la presa de jales de la UMP.

La Empresa realizará una serie de pruebas de laboratorio con el propósito de evaluar la reactividad geoquímica del GeoWaste resultante a partir del proceso de espesamiento. Estos resultados, además de caracterizar el GeoWaste que se producirá, permiten evaluar el potencial de reactividad geoquímica en los residuos.

Las pruebas de laboratorio para caracterizar el GeoWaste están basadas en criterios de ingeniería ambiental, así como en criterios de la NOM-141-SEMARNAT-2003. Esta norma establece, entre otras cosas, el procedimiento para la caracterización de jales mineros (se toma en cuenta la NOM-141 aunque el GeoWaste generado no es estrictamente un jal minero).

Como se ha indicado, los resultados de las pruebas hechas al GeoWaste serán la base para evaluar si es pertinente o no considerar el residuo como tepetate y, por tanto, hacer su disposición final en las tepetateras operativas de la UMP.

FLUJO DE JALES

El Proyecto dará lugar a una modificación en el flujo de jales existente y generará una “corriente” de residuos (denominada GeoWaste) diferente a la que se produce actualmente; la principal diferencia será el nivel de concentración de sólidos del residuo y, posiblemente, la composición geoquímica (ocasionado por la mezcla con tepetate).

METODOLOGÍA PARA CARACTERIZACIÓN DE GEOWASTE

La corriente de GeoWaste será analizada para caracterizarla geoquímicamente. Se considera realizar al menos las siguientes pruebas:

- Potencial de generación de ácido.
- Química líquida (metales totales, metales disueltos, especies de cianuro y aniones).
- Contenidos elementales.
- Pruebas cinéticas de acuerdo con el procedimiento de prueba de celda húmeda (HCT).

Estas pruebas son requeridas por la NOM-141 para determinar las características y reactividad potencial de los jales (en este caso, se emplearán para caracterizar el residuo sólido llamado GeoWaste). Los resultados de los ensayos se emplearán para determinar

la viabilidad de continuar el proceso en una escala mayor y durante la restante vida útil del proyecto minero.

II.2.3.1.5 CONSTRUCCIONES Y SERVICIOS AUXILIARES

Para el adecuado funcionamiento de la Planta Prototipo EcoTails es necesario que se lleven a cabo las siguientes obras auxiliares:

DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA (SUBESTACIÓN ELÉCTRICA Y LÍNEA DE TRANSMISIÓN)

La UMP cuenta con una subestación de 400/69 kV, alimentada por la red eléctrica nacional, ubicada en el área del molino existente, que transmite la energía de operación a través de líneas eléctricas de 69 kV.

Se establecerá una nueva línea eléctrica aérea a partir de la subestación de 69 kV existente, la cual proveerá energía a la subestación que se construirá en la Planta EcoTails. Mediante esta subestación se proveerá energía a la planta, área de oficinas, así como a las zonas de mantenimiento.

Toda el área de la subestación (aproximadamente 300 m²) será cubierta con grava. El perímetro será cercado y contará con puertas para vehículos de mantenimiento y una puerta de acceso para el personal. Todas las puertas tendrán acceso controlado y únicamente para personal autorizado.

El cuarto de control de la subestación será prefabricado con marco de acero estructural, los techos y paredes estarán cubiertos con revestimiento aislante no combustible. El suelo será de placas de acero a cuadros, aislado y revestido desde abajo. El edificio será montado y equipado fuera del sitio y colocado en el sitio como un módulo.

CAMINOS Y ACCESOS

Un camino de acceso se construirá a lado de la Planta Prototipo EcoTails. Este camino permitirá un tráfico de doble sentido y será adecuado para todo el tráfico de vehículos grandes, incluyendo grúas y camiones. Otras vías de acceso dentro de la zona de la Planta se unirán a los caminos de acceso existentes.

CAMPAMENTO PERMANENTE

Al momento, se considera que la capacidad del campamento permanente existente en la UMP es suficiente para albergar a los trabajadores que se emplearán -desde la preparación del sitio, hasta la construcción y operación del Proyecto- para dar marcha a la Planta EcoTails. Sin embargo, no se descarta la posibilidad de requerir una ampliación a dicho campamento. De ser así, se dará aviso oportuno a las autoridades correspondientes, considerando que el campamento de la unidad minera tiene superficie

suficiente, dentro de los límites de uso de la tierra autorizados, para dar cabida a una posible ampliación.

Asimismo, los comedores, instalaciones recreativas y de servicios son suficientes para dar cabida al aumento de la población laboral estimada.

ALMACÉN Y DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLE

Durante la etapa de construcción del Proyecto, el abasto de combustible se realizará en las estaciones de combustible existentes al interior de la UMP. Durante la etapa de operación del Proyecto, también serán utilizadas las estaciones de combustible de la UMP existentes; los vehículos de las operaciones del Proyecto se reabastecerán de gasolina o diésel –según sea el caso- en estas estaciones de combustible.

La Planta EcoTails requerirá de diésel para los generadores de emergencia instalados en la planta. Este diésel será transportado en pipa (Camión-tanque) desde la estación de combustible de la unidad minera.

OTROS SERVICIOS

El Proyecto no requerirá una actualización de las instalaciones de apoyo existentes en las operaciones de la UMP.

La unidad minera cuenta con un aeropuerto privado con dos kilómetros de pista pavimentada. Clínicas médicas están ubicadas cerca del campo de operaciones y en el área administrativa de la unidad minera. También se cuenta con vehículos de emergencia que incluyen dos ambulancias, dos camiones de bomberos y tres de respuesta de emergencia. De ser necesario, estos servicios se tendrán disponibles durante las operaciones del Proyecto.

Servicios de comunicación como telefonía e internet serán provistos también por la unidad minera.

II.3.1.3.4 MANTENIMIENTO

En relación con el mantenimiento, la UMP cuenta con un programa permanente de mantenimiento preventivo y correctivo de toda la maquinaria, equipos y vehículos utilizados en las operaciones de la mina.

La implementación de este programa de mantenimiento, además de asegurar condiciones óptimas de funcionamiento, permite incrementar el margen de seguridad de los trabajadores y prevenir la generación de emisiones contaminantes.

Por ello, la zona y maquinaria del Proyecto se integrará como un área más de supervisión dentro de las consideradas por el plan de monitoreo, asegurando una constante supervisión del equipo y las instalaciones, de manera que puedan prevenirse fracturas, goteras o derrames en las áreas impermeabilizadas, así como accidentes o maniobras inadecuadas por parte del personal.

Es importante recalcar que la UMP cuenta con un área especializada, integrada por personal altamente calificado, que permanentemente supervisa y monitorea, tanto al equipo operativo como las áreas de mina, infraestructura y a los mismos trabajadores.

Algunas de las principales actividades que desarrolla dicha área son:

- Asegurar que el Programa de Mantenimiento Preventivo de todo el equipo de la unidad minera se realice con la frecuencia suficiente, de manera que la eficiencia de los procesos y la seguridad del personal sean óptimas.
- Monitorear y revisar periódicamente los equipos para asegurar su funcionalidad, así como las instalaciones y obras civiles de las áreas de procesos y manejo de soluciones.
- Mantener inspecciones de rutina que aseguren la limpieza del equipo.
- Asegurar que la reparación o reemplazo de componentes críticos del equipo, tales como bombas, conectores, empaques, boquillas, ajustes y mangueras, se efectúe oportunamente.
- Llevar bitácoras de supervisión y mantenimiento que aseguren la frecuencia y continuidad de las revisiones.

II.2.3.3 MONITOREO

Como parte de las operaciones regulares de la UMP, la Empresa realiza el estudio y monitoreo permanentes del entorno biótico y abiótico del sitio, del recurso que se aprovecha y de las actividades que desarrolla.

Tales actividades constituyen principios de la política de la Empresa que buscan dotar a sus operaciones de condiciones favorables, que le permitan desarrollarse de manera óptima desde el punto de vista técnico y de rentabilidad, en respeto y armonía con el entorno ambiental y social, y contribuyendo al desarrollo económico y social de la región.

En este contexto, la UMP cuenta con un Programa de Monitoreo y Vigilancia Ambiental meticulosamente diseñado, que fue presentado a consideración de la autoridad ambiental como parte del cumplimiento de las condicionantes impuestas en las autorizaciones de impacto ambiental otorgadas en 2006 y 2008. Dicho programa se aplica en la actualidad

como parte de las labores permanentes de la mina. Al respecto, cabe mencionar que dicho programa se actualiza constantemente para incluir las mejores estrategias posibles y mejorar -en la medida de lo posible- las actividades de la UMP.

El diseño del programa se realizó tomando como referencia la información de un escenario inicial regional, la identificación y definición, tanto de los impactos ambientales esperados por el desarrollo de las distintas etapas de la UMP como de las medidas ambientales adoptadas para su mitigación, prevención y/o compensación, en el entendido de que éstas son perfectibles y de que, en el caso de verse rebasado el umbral bajo el cual fueron definidas, se implementarían aquéllas de carácter emergente y de aplicación inmediata.

Con la ejecución del Programa de Monitoreo y Vigilancia Ambiental, la Empresa ha ido recopilando un conjunto de datos relevantes, registrándolos en bitácoras y analizando la información para detectar los cambios en el entorno natural que, en caso dado, ameriten acciones y/o medidas de control adicionales.

En lo particular, se cuenta con un acervo documental que registra las condiciones del entorno en el tiempo cero (T0) previo al desarrollo de la unidad minera y su progresiva evolución, tanto en el área que es directamente aprovechada como en la zona de influencia identificada, en los siguientes rubros generales:

- Calidad del agua subterránea en los pozos y norias de la región, así como aguas arriba y abajo de la presa de jales, patio de lixiviación y terreros.
- Calidad del agua superficial en el Arroyo Grande.
- Calidad del aire en cuanto a partículas suspendidas en las áreas operativas de la mina y su zona de influencia.
- Estructura, composición y calidad de la vegetación y hábitat en el área de influencia de la unidad minera y en el sistema ambiental regional.

Los estudios de monitoreo señalados se complementan con las siguientes evaluaciones permanentes:

- i. Estabilidad geotécnica de tajo, terreros, presa de jales y patio de lixiviación.
- ii. Condición de las áreas de trasplante de flora.
- iii. Condiciones de la vida silvestre (fauna).
- iv. Ruido, vibraciones y ambiente laboral en las áreas de operaciones.

v. Manejo de residuos.

En este contexto, desde septiembre de 2006 hasta la fecha se realiza el monitoreo perimetral de partículas suspendidas totales con equipos de muestreo de alto volumen. Asimismo, se mantiene un sistema de alerta temprana de fugas y se realiza el balance detallado de los volúmenes de solución en el sistema, con pozos de monitoreo aguas arriba y abajo del patio de lixiviación.

En directa relación con la posible implementación de la Planta Prototipo EcoTails, se puede mencionar que -como parte de sus compromisos corporativos- Minera Peñasquito S.A. de C.V. realiza al menos una revisión geotécnica anual de las áreas de disposición de residuos (presa de jales y tepetatera), por parte de consultores independientes que verifiquen las condiciones de estabilidad física del depósito y las prácticas de operación. De ser viable el Proyecto, la disposición de GeoWaste contribuirá a mejorar la estabilidad geotécnica del sitio.

De esta manera, como parte del compromiso empresarial y también como requerimiento de las diferentes autorizaciones y permisos otorgados, la Empresa continuará realizando los estudios y monitoreos necesarios en toda la UMP, actualizándolos e incluyendo las acciones necesarias originadas a partir del Proyecto Planta Prototipo EcoTails, para asegurar que en ninguna de sus etapas, incluida la de cierre, se generen condiciones de riesgo o vulnerabilidad sobre la población y los componentes del medio ambiente.

Toda vez que, en términos generales, las obras y actividades del Proyecto presentan similitudes de operación con otras actividades de la UMP, se considera que los objetivos del Programa de Monitoreo y Vigilancia Ambiental actual son igualmente aplicables al Proyecto propuesto, debiendo únicamente actualizarse en cuanto a sus alcances, para reflejar la incorporación de estas nuevas actividades una vez que hayan sido autorizadas.

Debido a que el GeoWaste generado por las actividades de la Planta EcoTails es un "derivado" de los jales que se producen actualmente en la UMP y que se depositarán en la presa de jales, se continuará tomando en cuenta los criterios de monitoreo establecidos en la norma oficial mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003, mismos que se sintetizan en la Tabla II.9.

Tabla II.9. Criterios de la Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003 relativos al monitoreo de las obras del Proyecto.

No.	DISPOSICIÓN	OBSERVACIONES
5.8	Monitoreo En el caso de que la presa de jales se encuentre dentro de las condiciones que establece la especificación 5.4.2, el generador debe entregar a la autoridad ambiental antes de iniciar la operación de la presa de jales, un programa de monitoreo que permita evaluar la eficacia de las acciones de protección aplicables. El programa debe contar con los siguientes elementos:	Recordando que, el Proyecto sólo implica -como destino final al GeoWaste en este periodo inicial- la utilización de la presa de jales (ya existente y autorizada), el sitio de establecimiento del Proyecto no se encuentra bajo los supuestos que establece la especificación 5.4.2, debido a que: a) El acuífero regional se clasifica como no vulnerable. b) El residuo (GeoWaste) que se producirá se considera como no peligroso. c) Los pozos de aprovechamiento de agua subterránea de la zona se encuentran a más de 500 metros alrededor del perímetro de la presa colmada. No obstante, la Empresa mantiene, y continuará desarrollando, un programa permanente de monitoreo de: (i) la calidad del agua superficial y subterránea; (ii) la estabilidad física del sistema; (iii) la calidad del aire por emisión de partículas; y (iv) conservación de vegetación y fauna silvestre.
5.8.1	Monitoreo de aguas subterráneas	
5.8.1.1	La construcción y operación de un mínimo de dos pozos de monitoreo, uno ubicado aguas arriba de la presa y otro aguas abajo.	Se cuenta con pozos de monitoreo, los que operan para el monitoreo del acuífero cercano al área de Proyecto.
5.8.1.2	Para el muestreo representativo y análisis del agua subterránea, se deben considerar los parámetros utilizados en la caracterización física y química del agua subterránea indicada en 5.3.4.2.2. b).	
5.8.1.3	Los resultados del monitoreo en el pozo aguas arriba se deberán comparar con los del pozo de monitoreo aguas abajo. Cuando los resultados de la calidad del agua monitoreada registren una elevación en el índice de contaminantes, con respecto a la calidad de agua nativa determinada en 5.3.4.2.2. b), se debe hacer del conocimiento de la autoridad competente y llevar a cabo las medidas de corrección y saneamiento pertinentes. En el caso de que la comparación indique que no hay alteración de la calidad del agua subterránea nativa, no se requerirá de pozos de monitoreo adicionales.	
5.8.1.4	Se debe realizar un muestreo semestral durante la construcción y operación del depósito, y anual durante un periodo determinado por el resultado del monitoreo, a partir de la fecha del cierre definitivo de la presa de jales.	
5.8.1.5	Cada pozo de monitoreo debe contar con un registro que indique el número o clave de identificación; la ubicación geográfica en coordenadas (x,y,z), ligadas a un mismo banco de referencia; el corte litológico de las formaciones atravesadas; las características constructivas; el diámetro, la profundidad total y el proyecto de terminación, así como los resultados de los análisis fisicoquímicos que se realicen en este punto.	
5.8.1.7	Si hay un acuífero vulnerable o hay aprovechamientos alrededor y el jal es peligroso, el monitoreo debe llegar hasta el nivel del agua. En este caso se deben construir obras de ingeniería complementarias que garanticen la no afectación a los acuíferos. Cuando no se conozca el acuífero, el monitoreo debe hacerse hasta 50 m de profundidad.	No hay acuíferos vulnerables y el GeoWaste se considera como no peligroso.
5.8.2	Monitoreo de aguas superficiales.	
5.8.2.2	Se deben especificar los puntos de muestreo aguas arriba y aguas abajo de los cuerpos de agua superficiales que puedan encontrarse en el sitio seleccionado. El sitio de muestreo aguas abajo debe estar ubicado antes de cualquier afluente.	No hay cuerpos de agua superficiales perenes en el área de Proyecto, los escurrimientos son estacionales, sin embargo, se harán monitoreos de calidad de agua durante la época de lluvias, siempre y cuando el agua de escorrentía sea suficiente para tomar muestras.
5.8.2.3	Se debe indicar la técnica de muestreo y los parámetros a analizar, haciendo énfasis en aquellos que pudiesen variar a causa del depósito de jales, la periodicidad de muestreo y el número de muestras. Deben llevarse a cabo dos análisis de la calidad del agua superficial, el primero al finalizar la temporada de lluvias y el segundo durante el estiaje.	

5.8.2.4	Se debe tomar como base la normatividad vigente sobre descargas de aguas residuales, con respecto a los parámetros, límites máximos permisibles, cuerpos receptores y usos indicados, y frecuencias de monitoreo. En su caso, se tomará como base la calidad del agua que sea monitoreada aguas arriba de la presa de jales.	El sistema de procesamiento propuesto para el Proyecto constituye un circuito cerrado de cero descargas al ambiente. De hecho, el agua clarificada obtenida del proceso será reutilizada en alguna etapa del mismo procedimiento.
5.8.2.5	Cuando los resultados de la calidad del agua monitoreada registren una elevación en el índice de contaminantes con respecto a la calidad de agua nativa determinada en 5.3.4.1. e), se debe hacer del conocimiento de la autoridad competente y llevar a cabo las medidas de corrección pertinentes.	
5.8.5	Dispersión de partículas	
	Periódicamente se deben realizar muestreos perimetrales de partículas, para garantizar que no se modifica la calidad del aire por este factor.	La Empresa tiene en operación un programa de monitoreo de calidad del aire en la zona de la unidad minera y área de influencia.
5.8.8	Protección de especies en riesgo	
	Cuando se desarrollen programas de acuerdo con el numeral 5.4.4 se deben establecer registros en bitácoras de las actividades con respecto a la conservación de especies en riesgo y rescate de flora y fauna. Esto debe aplicarse desde el inicio de las actividades del proyecto, además de contar con evidencia fotográfica o videográfica y estar disponible para la autoridad competente que requiera su revisión. Las acciones de monitoreo deben realizarse con una periodicidad de seis meses.	Como medida general, y a pesar de no contar con cobertura vegetal, se contempla llevar a cabo las acciones que indica el plan de rescate y reubicación de flora y fauna –implementado desde las primeras etapas de desarrollo de la unidad minera– para garantizar la conservación de las poblaciones de flora y fauna.
5.8.9	Postoperación	
	Se debe mantener una bitácora y evidencia gráfica, de todas las actividades realizadas en la etapa de Postoperación.	

II.2.4 ETAPA DE CIERRE Y RESTAURACIÓN

Minera Peñasquito S.A. de C.V. cuenta con un Plan de Cierre y Restauración para la UMP, al que se integrarán las áreas destinadas al presente Proyecto. El plan de cierre de este Proyecto tiene un costo estimado de 22.134 millones de dólares estadounidenses. Este costo será añadido al Plan de Cierre y Restauración considerado para toda la UMP.

El objetivo del Plan de Cierre y Restauración consiste en garantizar una adecuada clausura de las instalaciones y la restitución de las áreas afectadas. Dicho plan considera que la mina cesará su producción en el año 2032, pero que un sustantivo número de actividades de cierre comenzará antes de dicho año y continuarán hasta completar la clausura en 2033. Asimismo, se tiene previsto iniciar el monitoreo post-clausura en 2034 y continuarlo por un período mínimo de cinco años.

A través de las actividades de restauración previstas e integradas al Programa Integral de Restauración Ambiental presentado ya a la autoridad ambiental, 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 en este programa, y que se ajustan a las áreas de ocupación del Proyecto, consisten en:

- a. Preparar la tierra para su uso productivo a largo plazo, o bien, para el restablecimiento del hábitat.

- b. Prevenir la erosión por medio de la reforestación y el manejo de los escurrimientos.
- c. Prevenir cualquier riesgo de contaminación a cuerpos de agua superficial y subterránea.

El programa actual de la UMP considera las siguientes metas:

- Restauración y revegetación progresiva de las áreas perturbadas sin uso futuro.
- Destoxificación del patio de lixiviación y piletas de soluciones.
- Estabilización física del patio de lixiviación, presa de jales y tepetatera.
- Retiro de maquinaria y equipo fuera del área.
- Desmantelamiento de estructuras e instalaciones.
- Monitoreo y evaluación.

Una vez concluidas las actividades del Proyecto, se realizará el reacondicionamiento edáfico-topográfico de las áreas aprovechadas por el Proyecto para llevar a cabo la forestación y reforestación progresiva.

II.2.5 UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS

El Proyecto propuesto no considera cambios en el plan de minado y por lo tanto no involucra el manejo de material explosivo.

II.2.6 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA

Las actividades relacionadas con la preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto propuesto no generarán un incremento considerable en el volumen de residuos, descargas y emisiones a la atmósfera que actualmente produce la unidad minera.

II.2.6.1 RESIDUOS SÓLIDOS

II.2.6.1.1 RESIDUOS NO PELIGROSOS

Los residuos sólidos urbanos que serán generados por el Proyecto se limitarán a aquellos que resulten del incremento temporal en el número de trabajadores durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación. Dichos residuos se manejarán conforme al Plan de Manejo Integral de Residuos con que cuenta la UMP.

Durante la etapa de preparación del sitio y también durante la construcción de las obras, se tomarán previsiones para asegurar que se coloquen instalaciones sanitarias móviles en los diferentes frentes de trabajo.

En la etapa de operación, los principales residuos no peligrosos que podrán generarse procederán del mantenimiento de la maquinaria y vehículos de transporte del material de mina, tales como llantas y restos de equipo no considerados peligrosos.

II.2.6.1.2 RESIDUOS PELIGROSOS

Los residuos peligrosos que se generarán en las etapas de preparación del sitio y construcción de las nuevas obras se relacionan con las actividades propias del mantenimiento de la maquinaria que será empleada en dichas labores (acumuladores, filtros, envases de lubricantes, aceites gastados y estopas impregnadas por aceite o combustible).

En esas etapas, las empresas contratistas serán las responsables de asegurar, manejar, transportar y disponer finalmente los residuos peligrosos que se generen con motivo de sus actividades.

En la etapa de operación, el manejo de los residuos peligrosos que pudieran generarse se realizará en estricto apego a la normatividad y de acuerdo con el plan interno que la unidad minera tiene implementado para ello, asegurando un acopio adecuado, su almacenamiento temporal seguro y la entrega a la empresa que se tiene contratada para su transporte al lugar de confinamiento definitivo.

En el caso de los residuos potencialmente peligrosos, todos los contenedores de reactivos a granel, bolsas poliéster para reactivos y demás materiales serán tratados de forma segura, lavados, enjuagados y “dados de alta” antes de ser devueltos a los proveedores o llevados a disposición final por parte de la empresa contratada para tal fin.

II.2.6.2 DESCARGAS

En concordancia con la estrategia seguida por la UMP, la cual cumple con un diseño total de operación de cero descargas en operación normal, el Proyecto mantiene este diseño.

En el caso de que las aguas de las áreas de servicios sean tratadas en la planta existente para tal fin en la UMP, éstas serán reutilizadas para el riego de caminos, vivero y para abastecer el sistema contra incendios.

II.2.6.3 EMISIONES A LA ATMÓSFERA

El Proyecto generará emisiones a la atmósfera de dos tipos principales: partículas suspendidas (polvos) y gases del equipo de combustión.

En las etapas de preparación del sitio y construcción, la emisión de polvos la producirán las actividades de nivelación y conformación de las áreas. En la etapa de operación las emisiones de partículas serán consecuencia del tránsito sobre los caminos.

Cabe recordar que, como parte de las operaciones regulares, desde septiembre de 2006 se realiza el monitoreo perimetral de partículas suspendidas totales con equipos de muestreo de alto volumen. Los muestreos se efectúan en apego a las especificaciones de la Norma Oficial Mexicana NOM-035-SEMARNAT-1993 y los resultados se evalúan con base en la Norma Oficial Mexicana de salud ambiental NOM-025-SSA1-2014.

Este monitoreo continuará desarrollándose, de manera que incluirá las evaluaciones que resulten de la construcción y operación de las nuevas obras.

Las emisiones de gases se producirán por la operación de vehículos y maquinaria, mayoritariamente en las etapas de preparación del sitio y construcción; en menor proporción en la de operación, por el transporte del material, insumos (reactivos) y trabajadores.

Para controlar las emisiones de gases de combustión de combustibles, durante el desarrollo de las nuevas obras propuestas, se continuará aplicando el programa de mantenimiento preventivo y correctivo de vehículos y maquinaria, de manera que las emisiones se mantengan dentro de rangos aceptables.

Es de mencionar que, como adherente de la Global Reporting Initiative (GRI), Minera Peñasquito S.A. de C.V. mantiene un inventario de las emisiones de gases de efecto invernadero que genera la unidad minera. Dicho inventario es reportado anualmente por el corporativo e integra la información relativa al volumen de emisiones generadas por cada unidad minera, por fuentes directas (consumo de diésel) e indirectas (transporte de electricidad).

II.2.7 INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y LA DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS

El Proyecto propuesto no construirá infraestructura adicional a la existente para el manejo y disposición de los residuos. El Proyecto hará uso de las instalaciones existentes en la UMP, misma que cuenta con un programa interno para el manejo adecuado de los

residuos sólidos que se generan en las diferentes áreas y seguirá el procedimiento de manejo establecido. Este programa incluye los siguientes aspectos:

- En el caso de los residuos no peligrosos dicho programa incluye la separación de los desechos orgánicos, los reciclables (plásticos, madera, cartón, papel, vidrio y metales) y los no reciclables.
- Los residuos potencialmente reciclables se almacenan temporalmente y se entregan a una empresa contratista para su transporte hasta los centros de acopio.
- Los residuos orgánicos se separan y utilizan para formar composta. Por otra parte, los residuos sólidos no peligrosos que no pueden ser reciclados se almacenan en contenedores ubicados estratégicamente en las áreas de producción, desde donde son colectados regularmente para su posterior traslado al relleno sanitario.
- Los residuos no reutilizables se disponen en el relleno sanitario de la unidad minera que se ubica al poniente del circuito de sulfuros.
- Para los residuos peligrosos el plan incluye el acopio y almacenamiento temporal en contenedores seguros, colocados en instalaciones construidas en apego a las especificaciones normativas en esa materia, así como su entrega periódica a la empresa autorizada y contratada para su traslado al sitio de disposición final.
- Es de señalar que, como política de la Empresa, se fomenta que las sustancias y reactivos que se adquieren para su uso en los procesos de beneficio sean entregados por los distribuidores en contenedores reutilizables, metálicos o de plástico resistentes, de manera que se reduzca el volumen de generación de residuos peligrosos, el volumen de almacenamiento y el riesgo de contaminación por ruptura de envases.
- Los materiales y reactivos que, por sus características particulares, no pueden ser entregados en contenedores reutilizables y que generan residuos peligrosos, se depositan en contenedores metálicos con capacidad de 200 litros, con cierre hermético y etiquetados para su entrega a la empresa recolectora. Las características de almacenamiento y destino de los principales tipos de residuos peligrosos que se generarán en el Proyecto se indican en la Tabla II.10.

Tabla II.10. 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, maquinaria y equipo generador de energía (construcción, operación y mantenimiento)	Tanques de 200 litros de aceite usado	Se retorna 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; planta de lixiviación de piritas y planta de enriquecimiento de concentrado, talleres; almacén (operación)	Almacén de residuos peligrosos (temporal)	Centro de acopio de residuos peligrosos de empresa autorizada
Residuos de sustancias y reactivos	Tóxicos; corrosivos; reactivos	Operación de plantas de procesos metalúrgicos	Almacén de residuos peligrosos (temporal)	Centro de acopio de residuos peligrosos de empresa autorizada

II.2.9 OTRAS FUENTES DE DAÑOS

El Proyecto no presentará fuentes potenciales de daños o afectación diferentes de las que han sido identificadas y evaluadas en esta Manifestación de Impacto Ambiental.

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

Minera Peñasquito S.A de C.V, es una empresa constituida bajo las leyes mexicanas, que, durante los últimos años, en cumplimiento del marco regulatorio nacional, ha gestionado y obtenido las autorizaciones requeridas para el desarrollo del Proyecto Minero Peñasquito por parte de la autoridad ambiental federal.

En este sentido, en cada autorización emitida la autoridad determinó que *“...para el desarrollo del proyecto, por su ubicación, dimensiones, características o alcances, no se prevén impactos ambientales significativos o relevantes, que puedan causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones establecidas en las disposiciones jurídicas referentes a la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente...”*.

Con motivo del interés en mejorar el proceso de recuperación de agua y disposición de residuos de la Unidad Minera Peñasquito (UMP), la Empresa somete a consideración de la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental la presente Manifestación de Impacto Ambiental para el **Proyecto Planta Prototipo EcoTails**.

Siendo el cumplimiento cabal de la normatividad ambiental un principio de la política de la Empresa, como parte de los estudios ambientales desarrollados, se revisó el conjunto de ordenamientos legales y regulaciones en materia ambiental y de cambio de uso de suelo que rigen el desarrollo de las actividades pretendidas, analizando su compatibilidad.

El resultado de tal revisión indica que el **Proyecto Planta Prototipo EcoTails** es susceptible de desarrollarse, ajustándose adecuadamente a las regulaciones específicas en materia ambiental y de uso de suelo, dictadas por los instrumentos de planeación y por las normas oficiales mexicanas que le son aplicables, tomando en cuenta que:

- La solicitud que se somete a consideración de la autoridad ambiental consiste en la instalación de una planta prototipo donde se llevará a cabo la recuperación del agua -mediante una tecnología de espesamiento- contenida en los jales provenientes de las plantas de beneficio de mineral. Este espesamiento se realizará mediante la desecación y mezcla con roca residual para crear un producto mixto

denominado "GeoWaste", el cual se considera más estable química y estructuralmente.

- La Planta Prototipo será acompañada por otras facilidades, como un área de maniobras y servicios, construcción y/o rehabilitación de tramos de camino, habilitación de una línea de conducción de energía eléctrica y subestación de distribución de energía (incluyendo un cuarto de control de distribución de energía), instalación de ductos de conducción de agua, habilitación del área administrativa (oficinas) y de un área de mantenimiento (taller).
- Este Proyecto será llevado a cabo en un sitio al interior de la UMP, zona que ha sido previamente evaluada y donde se desarrolla actualmente el Proyecto Minero Peñasquito, ya autorizado.

Pese a que el proceso de espesamiento de jales para recuperación de agua implica una actividad nueva -en relación con lo que se hace actualmente en la UMP- ésta no implica un proceso de utilización de sustancias peligrosas, por lo que se considera que la compatibilidad del Proyecto con el marco jurídico, en materia ambiental y de uso del suelo vigente, es igualmente aplicable a las modificaciones pretendidas en esta ocasión.

En los apartados siguientes de este capítulo se expone detalladamente el análisis de los instrumentos de planeación del desarrollo en el ámbito sectorial, regional y local, así como de los ordenamientos jurídicos, generales y particulares, que resultan aplicables al Proyecto, demostrando que el desarrollo y operación de las nuevas obras propuestas se ajustan, igualmente, a los preceptos jurídicos y normativos en materia de Impacto Ambiental y de Cambio de Uso del Suelo.

III.1 ÁMBITO SECTORIAL

III.1.1 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2013-2018

De acuerdo con el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, el Estado tiene como obligación, conforme con el Artículo 25 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, fungir como el rector del desarrollo nacional, garantizando que éste sea incluyente, equitativo y sostenido. Por tanto, el Gobierno de la República reconoce de manera indispensable impulsar a los sectores con alto potencial de crecimiento y generación de empleos.

El mencionado documento traza los grandes objetivos de las políticas públicas, establece las acciones específicas para alcanzarlos y precisa indicadores que permitirán medir los avances obtenidos.

El Plan explica las estrategias para lograr un México incluyente, en el que se enfrente y supere el hambre. Delinea las acciones a emprender para revertir la pobreza. Muestra, también, el camino para lograr una sociedad con igualdad de género y sin exclusiones, donde se vele por el bienestar de las personas con discapacidad, los indígenas, los niños y los adultos mayores.

El Plan Nacional de Desarrollo destaca la importancia de acelerar el crecimiento económico para construir un México próspero. Detalla el camino para impulsar a las pequeñas y medianas empresas, así como para promover la generación de empleos. Además, ubica el desarrollo de la infraestructura como pieza clave para incrementar la competitividad de la nación entera.

En este contexto, destaca la importancia de integrar a todas las regiones del país con mercados nacionales e internacionales para que las empresas y actividades productivas puedan expandirse en todo el territorio. Asimismo, facilitar un proceso de cambio estructural ordenado que permita el crecimiento de actividades de alto valor agregado al mismo tiempo que se apoya la transformación productiva de los sectores tradicionales de la economía, siendo necesario coordinar la política de fomento económico, la infraestructura logística y la política sobre sectores estratégicos como la minería, como se expone a continuación.

III.1.1.1 MINERÍA

De acuerdo con el Plan Nacional de Desarrollo, la minería es uno de los sectores más dinámicos de la economía mexicana. Esto se refleja en que el sector registró un máximo histórico de 25,245 millones de dólares (mdd) durante el período 2007-2012. Este último año se alcanzó el más alto valor de producción minero-metalúrgica registrado, con 21,318 mdd. México es el primer lugar como país productor de plata en el mundo, el quinto lugar en plomo, el séptimo en zinc y el décimo en oro y cobre.

En 2012 se generaron casi 330,000 puestos de trabajo formales, de manera directa, en el sector minero. Adicionalmente, se estima que se crearon 1.6 millones de empleos de manera indirecta. La industria minera es la cuarta fuente generadora de ingresos al país, por encima del turismo y por debajo de las exportaciones automotrices, la industria eléctrica y electrónica, y del petróleo.

Entre los principales retos del sector, destacan el mantener el dinamismo y la competitividad del mismo en un ambiente de volatilidad en los precios internacionales, beneficiar y respetar los derechos de las comunidades o municipios donde se encuentran las minas, así como aumentar los niveles de seguridad en éstas.

Específicamente, en su Estrategia 4.8.2 del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, el Gobierno de la República establece “Promover mayores niveles de inversión y competitividad en el sector minero” mediante las siguientes líneas de acción:

- Fomentar el incremento de la inversión en el sector minero.
- Procurar el aumento del financiamiento en el sector minero y su cadena de valor.
- Asesorar a las pequeñas y medianas empresas en las etapas de exploración, explotación y comercialización en la minería.

III.1.2 PROGRAMA DE DESARROLLO MINERO 2013-2018

En congruencia con los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, en particular lo relacionado con la industria minera, en mayo de 2014 se aprueba el Programa de Desarrollo Minero 2013-2018.

Las acciones de dicho programa se orientan 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, todo esto mediante el cumplimiento de cuatro grandes objetivos:

- i. Promover mayores niveles de inversión y competitividad en el sector minero.
- ii. Procurar el aumento del financiamiento en el sector minero y su cadena de valor.
- iii. Fomentar el desarrollo de la pequeña y mediana minería y de la minería social.
- iv. Modernizar la normatividad institucional para el sector y mejorar los procesos de atención a trámites relacionados a las concesiones mineras.

El cumplimiento de los objetivos indicados se abordó a través de 15 grandes **Estrategias** y sus respectivas *Líneas de Acción*:

1. Promover a México como destino de inversión minera.

- a. Participar activamente en los principales eventos mineros nacionales e internacionales...*
- b. Participar en los organismos internacionales relacionados con la actividad minera...*
- c. Difundir las ventajas del país como destino de inversión a través de medios electrónicos y publicaciones.*

- d. Utilizar la infraestructura de representaciones internacionales para difundir las ventajas del sector minero mexicano.*
 - e. Elaborar el manual del inversionista minero en México.*
 - f. Promover y utilizar acuerdos internacionales en materia minera para la atracción de inversión al sector.*
 - g. Promover la inversión en exploración y aprovechamiento de minerales industriales y uso en nuevas tecnologías.*
- 2. Promover la diversificación en la exploración y aprovechamiento de minerales, favoreciendo los de interés industrial.**
- a. Desarrollar actividades de exploración para la identificación de yacimientos siderúrgicos y de tierras raras por parte del Servicio Geológico Mexicano.*
 - b. Incrementar la calidad de la información de depósitos no metálicos industriales.*
- 3. Incrementar la calidad de la información de los proyectos mineros a concursar por el Servicio Geológico Mexicano.**
- a. Definir zonas prospectivas con mayor calidad de blancos de exploración.*
 - b. Invertir en exploración directa en proyectos evaluativos.*
 - c. Generar reportes de cuantificación de recursos con estándares internacionales.*
- 4. Generar y proveer información geológica, geofísica y geoquímica para impulsar la inversión en el sector minero.**
- a. Generar y difundir la información para fomentar el conocimiento geológico minero.*
 - b. Realizar estudios físico-químicos y pruebas metalúrgicas de laboratorio con estándares de calidad mundial.*
 - c. Optimizar el cubrimiento cartográfico geológico minero del territorio nacional a escala 1:50,000.*
 - d. Facilitar el acceso al acervo de información del SGM, a través de GeoInfomex.*
- 5. Promover proyectos mineros como opciones específicas de inversión.**
- a. Ofrecer instrumentos de promoción de proyectos a fin de captar inversión.*
 - b. Brindar asesoría y facilitar el acceso a proyectos de pequeña y mediana minería.*

6. Alinear los programas e instrumentos de la Secretaría y de otras dependencias a los requerimientos del sector minero.

- a. Coordinar a las dependencias del Ejecutivo Federal, relacionadas con la minería, con el fin de propiciar el desarrollo sustentable del sector.*
- b. Alinear los programas de la Secretaría para facilitar el apoyo a la cadena de valor del sector.*
- c. Coordinar e impulsar una agenda integral para promover mayor competitividad y un mejor ambiente de negocios.*

7. Incentivar el desarrollo y la consolidación de la proveeduría al sector minero.

- a. Ofrecer financiamiento a proveedores del sector minero.*
- b. Fomentar la capacitación a empresas para la formación de clústeres mineros.*
- c. Ofrecer financiamiento a proyectos del clúster.*
- d. Promover el desarrollo de proveedores.*
- e. Proponer modelos de clústeres acordes con las condiciones de las diferentes regiones mineras.*

8. Detonar proyectos mineros de gran impacto.

- a. Promover financiamiento a estos proyectos en forma conjunta con otras instituciones de la banca de desarrollo y comercial.*
- b. Otorgar asistencia técnica especializada.*

9. Promover el financiamiento de proyectos de preservación ambiental en el sector minero e impulso a nuevas tecnologías.

- a. Celebrar convenios de colaboración con universidades y tecnológicos.*
- b. Proporcionar capacitación y asistencia técnica a la pequeña y mediana minería en temas ambientales.*
- c. Ofrecer financiamiento para proyectos de eficiencia energética y mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero.*
- d. Ofrecer financiamiento a acciones de remediación y cierre de minas.*

10. Apoyar financieramente la comercialización de minerales y concentrados.

- a. Promover convenios entre FIFOMI y comercializadores-exportadores.*
- b. Promover financiamiento a pequeños y medianos productores de mineral.*
- c. Otorgar asistencia técnica y capacitación especializada a PYMES mineras.*

11. Promover financiamiento a plantas de beneficio y centros de acopio.

- a. Proporcionar créditos para la instalación de plantas de beneficio y fundición, así como para la compra de minerales.*
- b. Concertar con los gobiernos estatales y asociaciones la promoción de compra de minerales a pequeños mineros...*

12. Realizar actividades de exploración y evaluación de proyectos para apoyar la pequeña y mediana minería y la minería social.

- a. Brindar asesoría geológica-minera y metalúrgica a la pequeña y mediana minería.*
- b. Evaluar y certificar recursos a la pequeña minería y minería social.*
- c. Apoyar la realización de estudios de manifestación de impacto ambiental e informes preventivos.*
- d. Apoyar la realización de estudios físico-químicos y pruebas metalúrgicas de laboratorio que cumplen con los estándares internacionales de calidad.*

13. Ofrecer financiamiento a proyectos para la explotación de los recursos minerales cuantificados.

- a. Ofrecer financiamiento con apoyo integral a la pequeña minería.*
- b. Promover capacitación en explotación, beneficio y comercialización de minerales.*

14. Simplificar los trámites registrados en el Registro Federal de Trámites y Servicios relativos a la actividad minera.

- a. Mantener actualizado el Registro Público de Minería y la cartografía de concesiones mineras.*
- b. Proponer cambios a las disposiciones jurídicas aplicables, facultad del Ejecutivo Federal.*

15. Modernizar la atención de trámites relativos a la actividad minera.

- a. Implementar herramientas tecnológicas para reducir costos, agilizar la atención de los trámites y proporcionar información a los usuarios.*
- b. Perfeccionar los medios electrónicos para la recepción de los trámites y dar cumplimiento a las obligaciones.*

Se destaca, para el presente análisis, la consideración de la variable ambiental como uno de los pilares del desarrollo de la minería nacional, ámbito en el cual se propone el impulso (financiamiento) a temas de preservación ambiental y remediación/restauración de áreas, aspecto que además de incrementar la seguridad jurídica de los concesionarios

y favorecer la inversión en el sector, aportan definiciones, límites y criterios claros para regular eficientemente las actividades mineras en materia de residuos, emisiones y descargas que puedan afectar al medio ambiente.

El Programa de Desarrollo Minero 2013-2018, se vincula directamente con el **Programa de Desarrollo Innovador (PRODEINN) 2013-2018** emitido por la Secretaría de Economía en 2013. El PRODEINN 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 PRODEINN 2013-2018 determina sus objetivos, estrategias y líneas de acción en concordancia 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.1). 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.1. 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 sectorialmente equilibrada.	1. Desarrollar una política de fomento industrial y de innovación que promueva un crecimiento económico equilibrado por sectores, regiones y empresas. 2. Instrumentar una política que impulse la innovación

	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.	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.

Bajo 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, de 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 geo-científico 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.1.3 PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES 2013-2018 (PROMARNAT)

Este programa 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.2).

Tabla III.2. Alineación de los objetivos del PROMARNAT al Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.

META NACIONAL	OBJETIVO DE LA META NACIONAL	ESTRATEGIA(S) DEL OBJETIVO DE LA META NACIONAL	OBJETIVO DEL PROGRAMA
México Próspero	Objetivo 4.4. Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo.	Estrategia 4.4.1. Implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad.	Objetivo 1. Promover y facilitar el crecimiento sostenido y sustentable de bajo carbono con equidad y socialmente incluyente.
		Estrategia 4.4.3. Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono.	Objetivo 2. Incrementar la resiliencia a efectos del cambio climático y disminuir las emisiones de compuestos y gases de efecto invernadero.
		Estrategia 4.4.2. Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso.	Objetivo 3. Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua, garantizando su acceso a la población y a los ecosistemas.
		Estrategia 4.4.4. Proteger el patrimonio natural.	Objetivo 4. Recuperar la funcionalidad de cuencas y paisajes a través de la conservación, restauración y aprovechamiento sustentable del patrimonio natural.
		Estrategia 4.4.2. Implementar un manejo sustentable del agua...	
		Estrategia 4.4.1. Implementar una política integral de desarrollo...	Objetivo 5. Detener y revertir la pérdida de capital natural y la contaminación del agua, aire y suelo.
		Estrategia 4.4.2. Implementar un manejo sustentable del agua...	
		Estrategia 4.4.3. Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente...	Objetivo 6. Desarrollar, promover y aplicar instrumentos de política, información, investigación, educación, capacitación, participación y derechos humanos para fortalecer la gobernanza ambiental.
		Estrategia 4.4.4. Proteger el patrimonio natural.	
		Estrategia 4.4.1. Implementar una política integral de desarrollo...	
		Estrategia 4.4.2. Implementar un manejo sustentable del agua...	
		Estrategia 4.4.3. Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente...	
		Estrategia 4.4.4. Proteger el patrimonio natural.	

Asimismo, el PROMARNAT indica que se fortalecerá la verificación del cumplimiento de la normatividad ambiental en materia de recursos naturales e industria de competencia federal. Asimismo, se promoverá y apoyará la protección de los ecosistemas forestales contra la tala ilegal, incendios, plagas y enfermedades, el incremento en los estándares de calidad atmosférica, el fortalecimiento de la gestión integral de los residuos, la remediación de sitios contaminados y la mejora en la calidad del agua en las cuencas y acuíferos del país.

En cuanto a la gestión integral de los residuos, el programa establece como prioritario desarrollar el inventario de los residuos minero-metalúrgicos, prevenir su producción y promover su valorización y su manejo integral. En este último rubro, se plantea la acción

de fomentar la creación de los instrumentos y las acciones para lograr la integralidad en el manejo de los residuos de las industrias minera, petrolera y electrónica.

Lo anterior se plantea mediante el cumplimiento de las siguientes Líneas de Acción (sólo se mencionan aquellas con relación directa a proyectos mineros como el que atañe a la presente Manifestación de Impacto Ambiental):

- Desarrollar y actualizar instrumentos normativos y de fomento para prevenir y gestionar integralmente residuos de la minería e industria petrolera.
- Desarrollar y actualizar instrumentos normativos y de fomento para fortalecer la sustentabilidad de las actividades mineras y de la industria petrolera.
- Elaborar y publicar el Programa Nacional de Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2013-2018.
- Fomentar la ampliación de la cobertura de infraestructura para la gestión integral de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos².
- Fomentar el mejor aprovechamiento de los residuos peligrosos generados por el sector industrial.
- Fomentar el manejo integral de los residuos minero-metalúrgicos.
- Impulsar las actividades de reciclaje a partir de los materiales recuperados de los residuos.
- Promover los instrumentos necesarios de política pública para que las mejoras en productividad y en el ambiente de negocios estén vinculadas a un desarrollo sustentable con criterios de responsabilidad ambiental.

III.2 MARCO JURÍDICO

La legislación mexicana exige que proyectos mineros como la UMP, se sujeten a un estricto marco jurídico que regula diversos aspectos de las obras y actividades involucradas, que incluyen desde el aprovechamiento de los recursos minerales propiedad de la nación, hasta los rubros ambientales asociados y otros aspectos de mayor especificidad como el uso de explosivos.

Jerárquicamente, el orden jurídico nacional se integra por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, de la cual se derivan distintas leyes generales y federales reglamentarias, con sus respectivos reglamentos e instrumentos regulatorios y, asimismo,

² Recolección, transporte, selección, tratamiento, valorización, aprovechamiento y disposición final adecuada.

se dispone de legislaciones locales, estatales y municipales, con sus correspondientes mecanismos normativos.

Sectorialmente, debido a sus características, la explotación 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 siete leyes de jurisdicción federal:

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- Ley Minera.
- Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
- Ley General de Cambio Climático.
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
- Ley General de Vida Silvestre.

En el caso del presente Proyecto, pese a que las actividades no contemplan el uso de agua, se hace mención a que Minera Peñasquito S.A. de C.V. cuenta con una concesión actualizada para sus actividades, misma que se sujeta a las disposiciones fijadas por la Ley de Aguas Nacionales.

Finalmente, en el sitio donde se proponen las actividades de este Proyecto no se presenta evidencia o sospecha de la presencia de vestigios arqueológicos, históricos o fósiles, por lo que cumple con lo dispuesto en la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas, así como su respectivo Reglamento y el Procedimiento de Desarrollo de Investigaciones Arqueológicas –Salvamento y Rescate– en Áreas de Obra de Infraestructura Pública o Privada.

Con excepción de la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas, las otras leyes referidas contienen disposiciones, generales y particulares, en materia ambiental.

Toda vez que el Proyecto pretendido se relaciona con las operaciones que actualmente se desarrollan en la UMP, 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 cuenta con 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 este gran compendio de regulaciones que rigen al sector minero, en este apartado se analiza detalladamente la vinculación de estas leyes y las obligaciones que son aplicables al Proyecto, con base en cada una de estas leyes y sus respectivos reglamentos. Asimismo, se revisan las normas oficiales mexicanas que regulan diversos aspectos del Proyecto.

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

- El sitio del Proyecto se localiza dentro de la UMP.
- El polígono del Proyecto se encuentra totalmente dentro del municipio de Mazapil, Zacatecas, y no incursiona dentro de ningún área natural protegida de carácter federal, estatal o local.
- El Proyecto incluye la instalación de una planta para recuperación de agua mediante el espesamiento y filtrado de jales, así como de obras de apoyo (oficinas, caminos, línea eléctrica, entre otros), todo al interior de la UMP.
- La actividad propuesta implica -durante este periodo de prueba- un cambio en la forma en que se disponen parte de los jales generados a partir del beneficio de mineral, teniendo como resultado la disposición final de un residuo (GeoWaste) más estable química y estructuralmente, que podría acarrear una disminución del potencial de contaminación de suelo y acuíferos, así como el riesgo de deslave durante su apilamiento.
- 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.3).

Tabla III.3. 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 frac. III y VII REIA: artículo 5º Ap. L frac. I y Ap. O frac. 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 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)	LGPGIR: 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 Concesión para el aprovechamiento de aguas nacionales; incluirá el permiso de descarga de aguas residuales y el permiso para la realización de obras requeridas
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	
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

Actualmente, el Proyecto se encuentra en la fase de gestión de los diversos permisos y autorizaciones requeridas por la normatividad que le son aplicables en la etapa inicial, tales como la autorización de impacto ambiental que se solicita a través de este documento.

Cabe recordar que el presente Proyecto es -de forma general- una ampliación de áreas operativas de la UMP y, por ello, se integrará a lo estipulado en las autorizaciones preexistentes en materia de disposición de residuos y a los planes internos de manejo. De esta manera, la Licencia Ambiental Única y los planes de manejo de residuos y registros de generación (de residuos) serán actualizados para tomar en cuenta los alcances de las actividades pretendidas.

A continuación, se exponen las consideraciones de mayor relevancia respecto a la aplicabilidad al Proyecto de los distintos instrumentos jurídicos referidos.

III.2.1 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE

Las disposiciones de esta ley, relativas a la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, que son aplicables al Proyecto, se refieren a diversas materias: la evaluación del impacto ambiental, la regulación de actividades altamente riesgosas, el control de emisiones a la atmósfera, la prevención de la contaminación del agua y suelos, y la conservación de especies protegidas de flora y fauna silvestres.

III.2.1.1 EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

La evaluación del impacto ambiental es un instrumento de carácter preventivo y, por tanto, esencial para determinar si el Proyecto es susceptible de ser autorizado por la autoridad ambiental.

En este sentido, el Proyecto se acotará a todos los elementos de gestión establecidos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA).

De acuerdo con la LGEEPA y su REIA, para desarrollar el Proyecto, la Empresa debe obtener la autorización de impacto ambiental por parte de la autoridad federal, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), con base en el siguiente criterio de aplicación de la jurisdicción federal:

- El Proyecto se relaciona con el beneficio de minerales y, de forma más directa, con la disposición de jales o residuos mineros (REIA: Art. 5°-L-III).

Con el propósito de obtener la autorización aludida, es que Minera Peñasquito S.A. de C.V. presenta la actual Manifestación de Impacto Ambiental.

III.2.1.2 CONTROL DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA

El control de las emisiones a la atmósfera es un instrumento de regulación ambiental aplicable cuando el desarrollo del Proyecto ha sido autorizado y las fuentes emisoras se encuentran listas para iniciar operaciones.

En este contexto, la autoridad ambiental requiere a los responsables de la operación de fuentes fijas de jurisdicción federal, el cumplimiento de los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes, de conformidad con lo dispuesto en el Artículo 37 de la LGEEPA, su reglamento y las normas oficiales mexicanas respectivas (Art. 111).

Al respecto, la UMP cuenta con la Licencia Ambiental Única No. LAU-32/0015-2009, expedida por la Delegación Federal de la SEMARNAT en Zacatecas, a través del Oficio No. DFZ152-204/09/0982 fechado el 07 de Julio de 2009, con base en la cual reporta cada año sus parámetros de funcionamiento mediante la Cédula de Operación Anual. Cabe mencionar que dicha Licencia Ambiental Única ha sido actualizada –de manera condicionada- mediante el oficio No. DFZ152-204/15/0591 con fecha de 18 de marzo de 2015.

III.2.1.3 PRESERVACIÓN DEL AGUA Y SUELOS

La LGEEPA determina diversos criterios orientados a la preservación y el aprovechamiento sustentable del suelo y sus recursos (Art. 98), y su consideración en las actividades de exploración, explotación, beneficio y aprovechamiento de sustancias minerales (Art. 99 fracción XI).

Asimismo, la LGEEPA indica que las autorizaciones que puedan afectar el uso del suelo, así como el equilibrio ecológico de sus ecosistemas, deberán sujetarse a los criterios y disposiciones establecidos en la propia ley y demás que resulten aplicables. De manera particular, el Artículo 108 de la LGEEPA establece la expedición de normas oficiales mexicanas como el mecanismo para prevenir y controlar los efectos generados en los ecosistemas como consecuencia de la exploración y explotación de los recursos no renovables, específicamente en lo relativo a:

- El control de la calidad de las aguas y la protección de las que sean utilizadas o sean el resultado de esas actividades.

- La protección de los suelos y de la flora y fauna silvestres, de manera que las alteraciones topográficas que generen esas actividades sean oportuna 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, tal como se expone en esta Manifestación de Impacto Ambiental, el diseño del actual Proyecto -debido a la depositación del GeoWaste en la presa de jales- consideró como un tema de referencia a las disposiciones pertinentes que establece la norma oficial mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003 que regula a las presas de jales.

Además, la Empresa ha incorporado al Proyecto 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. Actualmente, la UMP opera bajo las especificaciones y condiciones establecidas en las autorizaciones de impacto ambiental y de cambio de uso del suelo previamente otorgadas para el Proyecto Minero Peñasquito y la Ampliación del Proyecto Minero Peñasquito.

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 la proveniente de la Planta Tratadora de Aguas Residuales de la UMP y del agua fresca obtenida de la batería de pozos.

Independientemente de lo anterior, se considera la construcción de obras preventivas de control de escurrimientos en torno a las obras que implica el Proyecto, 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 esta Manifestación de Impacto Ambiental 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, es necesario recalcar que actualmente no se presenta amplia cobertura vegetal en el sitio del Proyecto, ya que la mencionada área ya fue sometida a cambio de uso de suelo en momentos previos del desarrollo de la unidad minera. Tal situación se expone en el Capítulo IV de este documento, mientras que en el Capítulo V 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 área de influencia del Proyecto. En el Capítulo VI 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 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.

Desde un punto de vista muy general, la LFRA implica que “el proceso judicial previsto se dirigirá a determinar la responsabilidad ambiental, sin menoscabo de los procesos para determinar otras formas de responsabilidad que procedan en términos patrimoniales, administrativos o penales”.

Así, algunos de los preceptos establecidos en esta ley, que tienen vinculación directa con el desarrollo del Proyecto, se refieren a:

- No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de:
 - Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que,
 - No rebasen los límites previstos por las disposiciones que, en su caso, prevean las leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas.
- Las garantías financieras que hayan sido obtenidas de conformidad a lo previsto por el Artículo 147 Bis de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente previo al momento de producirse un daño al ambiente, con el objeto de hacer frente a la responsabilidad ambiental, serán consideradas como una atenuante de la Sanción Económica por el órgano jurisdiccional al momento de dictar sentencia...
- Toda persona, física o moral, que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente ley. De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente...
- Será objetiva la responsabilidad ambiental, cuando los daños ocasionados al ambiente devengan directa o indirectamente de:
 - Cualquier acción u omisión relacionada con materiales o residuos peligrosos;
 - La realización de las actividades consideradas como Altamente Riesgosas, y
 - Aquellos supuestos y conductas previstos por el Artículo 1913 del Código Civil Federal.
- La reparación de los daños ocasionados al ambiente consistirá en restituir a su Estado Base los hábitats, los ecosistemas, los elementos y recursos naturales, sus condiciones químicas, físicas o biológicas y las relaciones de interacción que se dan entre éstos, así como los servicios ambientales que proporcionan, mediante la

restauración, restablecimiento, tratamiento, recuperación o remediación. La reparación deberá llevarse a cabo en el lugar en el que fue producido el daño...

Los preceptos enumerados no son los únicos que podrían tener relación con el desarrollo del Proyecto, por tal motivo y en concordancia con lo señalado por la citada ley, durante el desarrollo de las actividades consideradas se mantendrá una estricta vigilancia para el cabal cumplimiento de la LFRA.

III.2.3 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos.

De acuerdo con esta ley, las autorizaciones de cambio de uso del suelo en terrenos forestales sólo pueden otorgarse por excepción cuando ésta es solicitada y se demuestre, con información técnica suficiente, que el nuevo uso del suelo no comprometerá la biodiversidad, ni ocasionará erosión del suelo, deterioro de la calidad del agua, ni disminución de su captación, al mismo tiempo que el uso del suelo propuesto sea más productivo a largo plazo.

Debido a que las áreas que integran el polígono donde se desarrollará el Proyecto se sitúan en terrenos ya impactados por actividades previas, y donde se solicitó la autorización de cambio de uso de suelo de forma oportuna, no se requerirá de dicha solicitud para establecer el Proyecto Planta Prototipo EcoTails.

III.2.4 LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO

La Ley General de Cambio Climático es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico.

Esta ley tiene –entre otros objetivos- el: i) *Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto*

invernadero; ii) Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático considerando, en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma; iii) Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático.

En primera instancia, y sin ser excluyente de otras consideraciones de la ley:

- La Secretaría deberá integrar el Registro de emisiones generadas por las fuentes fijas y móviles de emisiones que se identifiquen como sujetas a reporte.

Las disposiciones reglamentarias de la ley identificarán las fuentes que deberán reportar en el Registro por sector, subsector y actividad, asimismo establecerán los siguientes elementos para la integración del Registro:

- Los gases o compuestos de efecto invernadero que deberán reportarse para la integración del Registro.
 - Los umbrales a partir de los cuales los establecimientos sujetos a reporte de competencia federal deberán presentar el reporte de sus emisiones directas e indirectas.
 - Las metodologías para el cálculo de las emisiones directas e indirectas que deberán ser reportadas.
 - El sistema de monitoreo, reporte y verificación para garantizar la integridad, consistencia, transparencia y precisión de los reportes.
 - La vinculación, en su caso, con otros registros federales o estatales de emisiones.
- Las personas físicas y morales responsables de las fuentes sujetas a reporte están obligadas a proporcionar la información, datos y documentos necesarios sobre sus emisiones directas e indirectas para la integración del Registro.
 - 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 ley 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 con 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 ley 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 UMP 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 y serán reportadas a través de la Cédula de Operación Anual o instrumentos de reporte que para tal efecto establezca la autoridad.

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

Esta ley 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, 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) ...
- b) 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).
- c) 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).

- d) 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 -y al mismo tiempo constituye una mejora- al Plan de manejo integral de residuos que opera en las actividades de la UMP. 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.

Por otro lado, el GeoWaste resultante del proceso que conlleva el Proyecto se considera como residuos que cumplen satisfactoriamente con los criterios de regulación establecidos en la normatividad ambiental, sin embargo, se tienen considerado llevar a cabo pruebas que confirmen dicha afirmación.

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 sitio que cumple 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 para su manejo, traslado y disposición final.

Adicionalmente, la Empresa cuenta con el Plan de manejo integral de residuos que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-157-SEMARNAT-2009. En dicho plan se indica que los residuos minero-metalúrgicos serán manejados *in situ*, conforme a lo señalado en el registro y Plan de manejo integral de residuos. De ser necesario, dicho plan se ajustará para incluir el proceso llevado a cabo en la Planta EcoTails.

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 ha incluido información detallada, derivada de

estudios de campo, que describe la diversidad y la distribución de las 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 subsecuentes de la presente Manifestación de Impacto Ambiental incluyen el rescate de individuos y su reubicación en áreas viables para su conservación (se considera esto pese a que no existe fauna en el sitio y la cobertura vegetal es escasa y sin especies bajo categoría de riesgo), 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 se encuentra al interior polígono autorizado con anterioridad para las actividades de la unidad minera, así que las acciones de conservación que se llevarán a cabo se integrarán a los planes de rescate y conservación actualmente vigentes para la UMP. 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 del Proyecto no requiere usar volúmenes adicionales de agua (de hecho, el filtrado y clarificación del agua resultante se considera como un aporte más de agua que puede ser recirculada al proceso). Sin embargo, se tomarán en cuenta los preceptos de la Ley de Aguas Nacionales para establecer medidas que minimicen el impacto sobre causas superficiales de agua.

Como se indicó anteriormente, el desarrollo del Proyecto no involucra ningún proceso que genere descargas, aunque se tomarán las medidas de seguridad pertinentes para minimizar el riesgo de una descarga accidental que pueda alterar la calidad de los escurrimientos superficiales de la zona.

III.2.8 LEY MINERA

La Ley Minera, reglamentaria del Artículo 27 constitucional en materia de minería, regula las actividades de exploración, explotación y beneficio de diversos minerales, entre los cuales se encuentran el oro y plata (artículos 2 y 4).

Esta ley confiere a dichas actividades el valor de utilidad pública y las define como preferentes sobre cualquier otro uso o aprovechamiento del terreno, siempre que se sujeten a las condiciones de regulación (Art. 6°).

En cumplimiento de las disposiciones constitucionales, la Ley Minera señala las particularidades que rigen al procedimiento para la expedición de los títulos de concesión minera, los cuales otorgan a los beneficiarios distintos derechos que son consignados en el Artículo 19° y entre los cuales aplican los siguientes:

- Disponer de los terrenos que se encuentren dentro de la superficie que ampara la concesión.
- Obtener la expropiación, ocupación temporal o constitución de los terrenos indispensables para realizar las obras y trabajos de exploración, explotación, beneficio y el depósito de terreros, jales, escorias y graseros.

Igualmente, los títulos de concesión constituyen obligaciones para los titulares (Art. 27°), entre las cuales aplican:

- a) Ejecutar y comprobar las obras y trabajos previstos.
- b) Sujetarse a las disposiciones generales y a las Normas Oficiales Mexicanas aplicables a la industria minero-metalúrgica en materia de seguridad de minas y del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

En cumplimiento de las disposiciones de esta ley y su reglamento, la Empresa cuenta con las concesiones correspondientes y ha cubierto los derechos derivados de las mismas.

III.2.9 LEY DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE ZACATECAS

Esta ley es reglamentaria del Artículo 30 de la Constitución Política del Estado de Zacatecas, sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto establecer las bases para:

- i. *Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar;*

- ii. *Definir los principios de la política ambiental estatal y los instrumentos para su aplicación;*
- iii. *Propiciar el aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la protección de los ecosistemas;*
- iv. *El ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponde al Estado de Zacatecas y sus Municipios;*
- v. *Asegurar la participación responsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, así como en el desarrollo sustentable de la entidad;*
- vi. *Delimitar los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre las autoridades; entre éstas y los sectores social, académico y privado, así como con personas y grupos sociales, en materia ambiental;*
- vii. *La preservación y protección de la biodiversidad a través de la creación de Áreas Naturales Protegidas de competencia del Estado;*
- viii. *Propiciar la inclusión de la educación ambiental en los planes de estudio de los diferentes niveles;*
- ix. *La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo dentro del ámbito de competencia estatal, estableciendo los mecanismos de participación del Estado, y*
- x. *Fijar las medidas de control y de seguridad que garanticen el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y de las disposiciones que de ella se deriven, así como en la imposición de las sanciones administrativas que correspondan.*

Respecto a la evaluación de impacto ambiental y minería, la ley establece que el Instituto de Ecología y Medio Ambiente del estado está facultado para:

- **Artículo 58.-** *La evaluación del impacto ambiental... con la intervención de los Ayuntamientos correspondientes, establecerá las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones previstos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente, preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, quienes pretendan llevar acabo (sic) algunas de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental del Instituto:*
 - a. *Vías estatales y municipales de comunicación, incluidos los caminos rurales;*

- b. Zonas y parques industriales, donde no se prevea realizar actividades altamente riesgosas;*
- c. Exploración, extracción y procesamiento de minerales o sustancias que constituyen depósitos de naturaleza semejante a los componentes de los terrenos, tales como rocas o productos de su descomposición que puedan utilizarse para la fabricación de materiales para la construcción u ornamento de obras y que no estén reservados a la Federación...*
- d. Instalación de tratamiento, confinamiento o eliminación de aguas residuales y de residuos sólidos no peligrosos;*
- **Artículo 59.-** *El Instituto vigilará que las actividades relacionadas con la extracción de minerales se lleven a cabo sin causar daños al equilibrio ecológico y al medio ambiente procurando que:*
 - I. El aprovechamiento sea racional;*
 - II. Se eviten daños o afectaciones al bienestar o al patrimonio de las personas;*
 - III. Se eviten daños o afectaciones a los suelos, flora y fauna silvestre;*
 - IV. Se eviten graves alteraciones topográficas, o*
 - V. Se evite la contaminación de las aguas que en su caso sean utilizadas, así como de la atmósfera.*

Debido a lo anterior, Minera Peñasquito somete a las autoridades correspondientes la evaluación del Proyecto Planta Prototipo EcoTails.

III.2.10 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Las Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental tienen la finalidad de garantizar la sustentabilidad de las actividades económicas y del aprovechamiento de los recursos naturales, a través de cinco objetivos fundamentales:

- I. Establecer los requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, metas, parámetros y límites permisibles que deberán observarse en regiones, zonas, cuencas o ecosistemas, en aprovechamiento de recursos naturales, en el desarrollo de actividades económicas, en el uso y destino de bienes, en insumos y en procesos.
- II. Considerar las condiciones necesarias para el bienestar de la población y la preservación o restauración de los recursos naturales y la protección al ambiente.

- III. Estimular o inducir a los agentes económicos para reorientar sus procesos y tecnologías a la protección del ambiente y al desarrollo sustentable.
- IV. Otorgar certidumbre a largo plazo a la inversión e inducir a los agentes económicos a asumir los costos de la afectación ambiental que ocasionen.
- V. Fomentar actividades productivas en un marco de eficiencia y sustentabilidad.

Específicamente, el Artículo 108 de la LGEEPA señala la expedición de Normas Oficiales Mexicanas, como un medio para prevenir y controlar los efectos que generan la exploración y explotación de los recursos no renovables sobre el equilibrio ecológico y la integridad de los ecosistemas, permitiendo:

- a) El control de la calidad de las aguas y la protección de las que sean utilizadas o sean el resultado de esas actividades, de modo que puedan ser objeto de otros usos.
- b) La protección de los suelos y de la flora y fauna silvestres, de manera que las alteraciones topográficas que generen esas actividades sean oportuna y debidamente tratadas.
- c) La adecuada ubicación y formas de los depósitos de desmontes, relaves y escorias de las minas y establecimientos de beneficios de los minerales.

Estas normas particulares son observables por los titulares de concesiones, autorizaciones y permisos para el uso, aprovechamiento, exploración, explotación y beneficio de los recursos naturales no renovables.

Dado que estas normas de protección ambiental son de cumplimiento obligatorio, desde las etapas tempranas de planeación del Proyecto, Minera Peñasquito S.A. de C.V. ha considerado las especificaciones y parámetros establecidos en aquellas normas aplicables al caso particular, para realizar tanto el diseño e ingeniería de las obras, como planificar su construcción, operación, monitoreo y post-operación. Igualmente, tal como se expone en esta Manifestación de Impacto Ambiental, la caracterización y selección de los sitios particulares se han ajustado a los requerimientos normativos.

Considerando los parámetros generales del Proyecto descritos con anterioridad, en la Tabla III.4 se enlistan las normas oficiales mexicanas de protección ambiental aplicables y se exponen las medidas y acciones generales que serán adoptadas por la Empresa para su debido cumplimiento.

Tabla III.4 Vinculación del Proyecto con Normas Oficiales Mexicanas.

NOM-001-SEMARNAT-1996 (aguas residuales) Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. No es aplicable debido a que el Proyecto no tendrá descargas de agua. Sin embargo, el plan operativo de la UMP toma en cuenta y hace un balance de agua diseñado para optimizar el uso del líquido dentro de un circuito cerrado sin descargas, recirculándose en un porcentaje alto. Las descargas de aguas residuales del Proyecto se limitarán a las resultantes de las áreas de servicio. Los parámetros de descarga se ajustarán a los límites de la norma. Es importante resaltar que la UMP cuenta con una Planta Tratadora de Aguas Residuales. El agua residual de tipo doméstico y sanitario que se genera en las áreas de campamento de la unidad minera se colecta en fosas sépticas. Las fosas sépticas contarán con un mantenimiento periódico de neutralización y limpieza por una empresa especializada. La Empresa cuenta con el permiso de descarga respectivo.
NOM-041-SEMARNAT-2006 (calidad del aire-fuentes móviles) Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. <u>La norma es parcialmente aplicable al Proyecto</u>, ya que su campo de aplicación es explícito en cuanto a exceptuar de su observancia a la maquinaria dedicada a la industria minera. Por lo que respecta a las emisiones de los vehículos que utilizan gasolina como combustible que se empleen en las operaciones, la Empresa asegurará que se sometan a un programa de mantenimiento preventivo regular, así como a la verificación de sus emisiones.
NOM-043-SEMARNAT-1993 (calidad del aire-fuentes fijas) Establece los límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas. 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 Empresa cuenta con la Licencia Ambiental Única respectiva, ya que el Proyecto se integrará a las operaciones de la UMP y cuyas actividades se integran al plan de trabajo de la mencionada unidad minera. Las emisiones a la atmósfera (y su monitoreo) se ajustarán a los indicados por la norma. La generación de partículas suspendidas de polvo es la principal emisión a la atmósfera, dada la naturaleza del Proyecto. Las principales fuentes de generación de polvo incluyen la carga y vaciado de camiones, la circulación por los caminos de mina de vehículos y maquinaria, el apilamiento de mineral, la erosión eólica en las áreas desprotegidas de vegetación. Las emisiones de polvo serán reducidas y controladas dentro de rangos permisibles por medio de riego de caminos (en concordancia con la Licencia Ambiental Única, actualizada en 2015, se dispondrá de sistemas de aspersión para tal fin). 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.
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. Particularmente, los jales mineros están sujetos a la NOM-141-SEMARNAT-2003. 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. La Empresa cuenta con un Plan de manejo integral de residuos avalado por la SEMARNAT.
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 no identificaron, en las áreas del Proyecto, la presencia de especies consideradas en la norma, no se tiene en cuenta actividades de rescate de ejemplares que se localicen en el sitio de afectación por las obras y actividades previstas. Respecto a la vegetación es preciso señalar que la escasa cobertura vegetal presente ya fue considerada dentro de autorizaciones previas para el uso del área, por lo que ya se realizan las actividades de mitigación o compensación correspondientes; para la fauna, debido a que se trata de sitios al interior de la UMP, la presencia de ejemplares es casi nula y se remite a especies de aves,

por lo que se considera que continuar con las actividades de ahuyentamiento (que ya están implementadas en toda la UMP) será suficiente para 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 mantiene 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-081-SEMARNAT-1994 (ruido-fuentes fijas)

Establece los límites máximos permisibles de la emisión de ruido que genera el funcionamiento de las fuentes fijas, así como su método de medición.

Para cumplir con los límites de la norma, la Empresa someterá regularmente a la maquinaria y equipo a un programa de mantenimiento preventivo, que asegure su óptimo funcionamiento y la reducción de sus emisiones sonoras.

NOM-114-SEMARNAT-1998 (líneas de transmisión eléctrica)

Establece las especificaciones de protección ambiental para la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de líneas de transmisión y subtransmisión eléctrica que se pretendan ubicar en áreas urbanas, suburbanas, rurales, agropecuarias, industriales, de equipamiento urbano o de servicios y turísticas.

La Empresa dará cumplimiento a todas las disposiciones de protección ambiental establecidas en la norma.

NOM-141-SEMARNAT-2003 (presas de jales)

Establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales

Todas las especificaciones de la norma han sido consideradas en los siguientes rubros (para la instalación de la presa de jales):

- La selección y caracterización del sitio (en el sitio evaluado se instaló la actual presa de jales, donde se depositará el GeoWaste)
- El diseño e ingeniería para el área de depositación
- Las especificaciones de construcción, operación y cierre
- El diseño del programa de monitoreo
- El diseño del plan de restauración
- Las técnicas y métodos de caracterización del residuo

NOM-157-SEMARNAT-2009 (residuos mineros)

Establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros.

La Empresa se sujeta a los procedimientos de la norma en la caracterización y elaboración de los planes de manejo respectivos. Al respecto es necesario precisar que la unidad minera ya cuenta con los planes de manejo de residuos correspondientes y autorizados por la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas de la SEMARNAT (Plan de Manejo de Residuos Peligrosos Mineros No. 32-PMM-I-0128-2015). Los residuos generados durante las actividades del Proyecto, así como su manejo, se acotarán a lo considerado en los mencionados planes de manejo de residuos.

Además de las Normas Oficiales Mexicanas de protección ambiental mencionadas anteriormente, en materia de seguridad laboral y de salud, el Proyecto se encontrará sujeto a otras normas oficiales mexicanas. Entre ellas, se destacan la NOM-011-STPS-2001, NOM-023-STPS-2003 y NOM-025-SSA1-2014.

La Norma Oficial Mexicana **NOM-011-STPS-2001** 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.

Entre las especificaciones de esta norma destacan las siguientes obligaciones de la Empresa:

- Verificar que ningún trabajador se exponga a niveles de ruido mayores a los límites máximos permisibles de exposición (Tabla III.5).

- Asegurarse de que no exista exposición sin equipo de protección personal auditiva a más de 105 dB.
- Proporcionar a todos los trabajadores expuestos a niveles de ondas sonoras (A) iguales o superiores a 85 dB, el equipo de protección personal auditiva, de acuerdo con lo establecido por la NOM-017-STPS-1993.
- Implantar, conservar y mantener actualizado el programa de conservación de la audición, necesario para el control y prevención de alteraciones de la salud de los trabajadores.
- Llevar a cabo exámenes médicos anuales específicos a cada trabajador expuesto a niveles de ruido de 85 dB o más.

Tabla III.5. Límites máximos permisibles de exposición a ruido en centros de trabajo (NOM-011-STPS-2001).

NIVEL DE EXPOSICIÓN (dB)	TIEMPO MÁXIMO PERMISIBLE
90	8 horas
93	4 horas
96	2 horas
99	1 hora
102	30 minutos
105	15 minutos

La **NOM-023-STPS-2003** establece los requisitos de seguridad y salud en el trabajo para prevenir riesgos a los trabajadores que desarrollan actividades en las minas y daños a las instalaciones del centro de trabajo. De acuerdo con dicha norma, la Empresa:

- Cuenta, en la unidad minera, con el análisis de riesgos potenciales que se indica.
- Cumple con el requerimiento de informar por escrito a los trabajadores, de los riesgos a los que están expuestos.
- Cuenta con un plan de atención de emergencias.
- Cumple con los procedimientos de seguridad e higiene establecidos en la norma y con los que aplican del Apéndice B en minas a cielo abierto.
- Cumplirá con las condiciones de seguridad aplicables en materia de excavación y traslado de materiales que establecen los apéndices G y H de la norma, respectivamente.
- Cumplirá con las condiciones aplicables en materia de pisos y caminos que establece el Apéndice M de la norma.
- Proporcionará a todos los trabajadores capacitación en las condiciones y procedimientos de seguridad, de acuerdo con sus actividades.

- Autorizará por escrito, únicamente a los trabajadores capacitados en los respectivos procedimientos, para que operen y den mantenimiento a maquinaria.
- Proporcionará a los trabajadores el equipo de protección personal necesario.
- Se fortalecerá a la Comisión de seguridad e higiene de la unidad minera.

La **NOM-025-SSA1-2014** de salud ambiental, establece los criterios para evaluar el valor límite permisible para la concentración de materia particulada (PM₁₀ y PM_{2.5}).

Tabla III.6. Valores límite de concentración ambiental de partículas PM₁₀ y PM_{2.5}.

TIPO DE PARTÍCULAS	LÍMITE DE 24 HORAS (PROMEDIO)	LÍMITE ANUAL (PROMEDIO)
PM ₁₀	75 µg/m ³	40 µg/m ³
PM _{2.5}	45 µg/m ³	12 µg/m ³

En este sentido, la Empresa mantiene un monitoreo constante de la concentración de materia particulada dentro de la UMP y en sus alrededores, actividades que seguirá realizando con la puesta en marcha de este Proyecto.

III.3 INSTRUMENTOS DE APLICACIÓN TERRITORIAL

Tal como lo establece la Guía para la Presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental de proyectos mineros Modalidad Particular, el propósito de este apartado consiste en exponer los diferentes instrumentos de planeación que ordenan la zona de localización del Proyecto y la manera en que éste es compatible con los criterios de ordenamiento en el ámbito territorial.

III.3.1 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

En el estado de Zacatecas se han declarado catorce áreas naturales protegidas de competencia federal, una de ellas con categoría de Parque Nacional y las trece restantes como áreas de protección de los recursos naturales (Tabla III.7).

De competencia estatal, se identifican dos áreas protegidas: la Zona de Preservación Ecológica El Cedral, en el municipio de Ciudad Cuauhtémoc, y el Parque Estatal La Quemada, en el municipio de Villanueva. De acuerdo con lo anterior, ni la Unidad Minera Peñasquito ni las nuevas áreas consideradas en este Proyecto se localizan dentro de algún área natural protegida (Figura III.1).

Tabla III.7. Áreas Naturales Protegidas federales en el estado de Zacatecas.

CATEGORÍA	NOMBRE	ESTADOS	MUNICIPIOS
Parque Nacional	Sierra de Órganos	Zacatecas	Sombrerete
APRN	CADNR043 Porción Sierra Valparaíso	Durango, Jalisco, Nayarit y Zacatecas	Mezquital, Suchil, Mezquitic, Huejuquilla el Alto, Del Nayar, Valparaíso, Jiménez de Teul, Chalchihuites
APRN	CADNR043 Porción sin nombre	Zacatecas	Valparaíso, Jerez, Susticacán, Monte Escobedo
APRN	CADNR043 Porción El Cordón	Zacatecas	Villanueva, Tepetongo
APRN	CADNR043 Porción Sierra Morones	Zacatecas, Jalisco	Villanueva, Tepetongo, El Plateado de Joaquín Amaro, Tlaltenango de Sánchez Román, Tepechitlán, Santa María de los Ángeles, Colotlán
APRN	CADNR043 Porción sin nombre	Zacatecas	Teul de González Ortega, Santa María de la Paz, Tepechitlán
APRN	CADNR043 Porción Sierra de Juchipila	Zacatecas, Jalisco	Moyahua de Estrada, Juchipila, Apozol, Santa María de la Paz, Teul de González Ortega, Mezquital del Oro, Ixtlahuacán del Río
APRN	CADNR043 Porción sin nombre	Zacatecas, Jalisco	Mezquital del Oro, San Cristóbal de la Barranca, Ixtlahuacán del Río
APRN	CADNR043 Porción sin nombre	Zacatecas	Mezquital del Oro
APRN	CADNR043 Porción Laurel	Aguascalientes, Jalisco, Nayarit, Zacatecas	Jesús María, Calvillo
APRN	CADNR043 Porción Sierra Fría	Aguascalientes, Zacatecas	San José de Gracia, Calvillo, Villanueva
APRN	CADNR043 Porción Cerro La China, Cerro Bosques, Sierra Fría y Cerro El Cuervo	Zacatecas	Genaro Codina, Villanueva
APRN	CADNR001 Porción Cerro Gordo y Colorado	Zacatecas	Ojo Caliente, Cuauhtémoc, Genaro Codina
APRN	CADNR001 Porción Sierra Fría	Aguascalientes, Zacatecas	Calvillo, Jesús María, Pabellón de Arteaga, Rincón de Romos, San José de Gracia, Genaro Codina

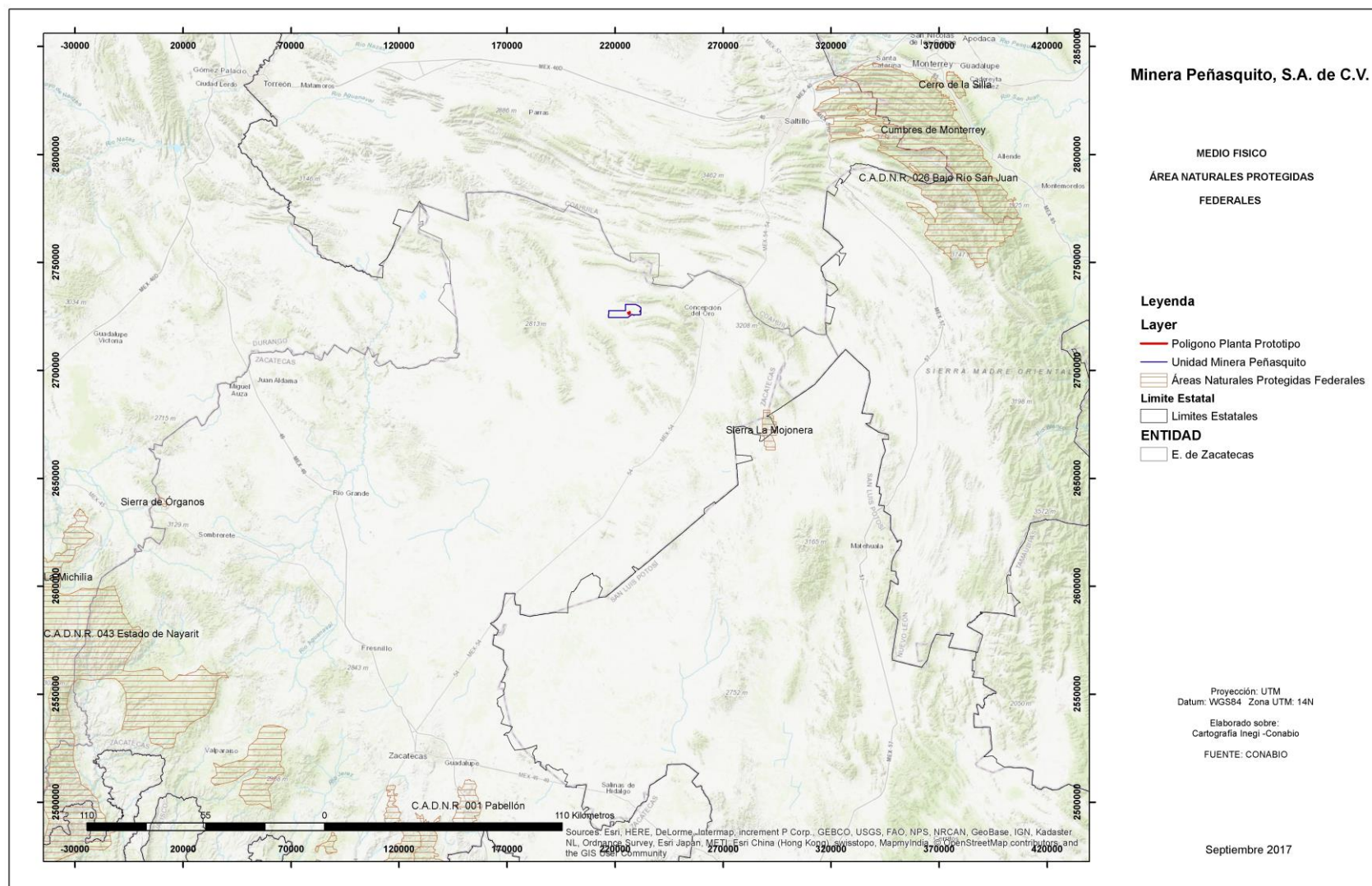


Figura III.1. Localización de la UMP con respecto a las áreas naturales protegidas presentes en la zona.

III.3.2 REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS

La Región Terrestre Prioritaria (RTP) de mayor cercanía con el Proyecto y la UMP, es la RTP-80 Tokio, que cuenta con 8,632 km² localizados en la convergencia de los estados de Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí y Zacatecas (Figura III.2). En el estado de Zacatecas esta región incluye una porción del municipio de El Salvador, al noreste de la unidad minera, la cual se sitúa a más de 70 km de la RTP.

III.3.3 REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS

De las 110 regiones hidrológicas prioritarias del país, identificadas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la más cercana al Valle de Mazapil es la región **RHP-51 Camacho-Gruñidora**, situada al suroeste del Proyecto y de la UMP.

Esta región posee 16,976.38 km² de superficie en territorio de los estados de Zacatecas, Durango y San Luis Potosí (Figura III.3).

El Acuífero Cedros, que abastece de agua a la UMP y a este Proyecto, no forma parte de esta Región Hidrológica Prioritaria.

III.3.4 ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES

El Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) de mayor proximidad al Proyecto y la UMP, es el **AICA-NE-36 Pradera de Tokio**, que cubre una superficie de 245,000 hectáreas en la convergencia limítrofe de los estados de Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí y Zacatecas; particularmente, entre los municipios de Saltillo, en Coahuila, Galeana en Nuevo León, Venegas en San Luis Potosí y el Salvador, en Zacatecas (Figura III.4).

El Proyecto y la UMP se encuentran a considerable distancia de esta área.

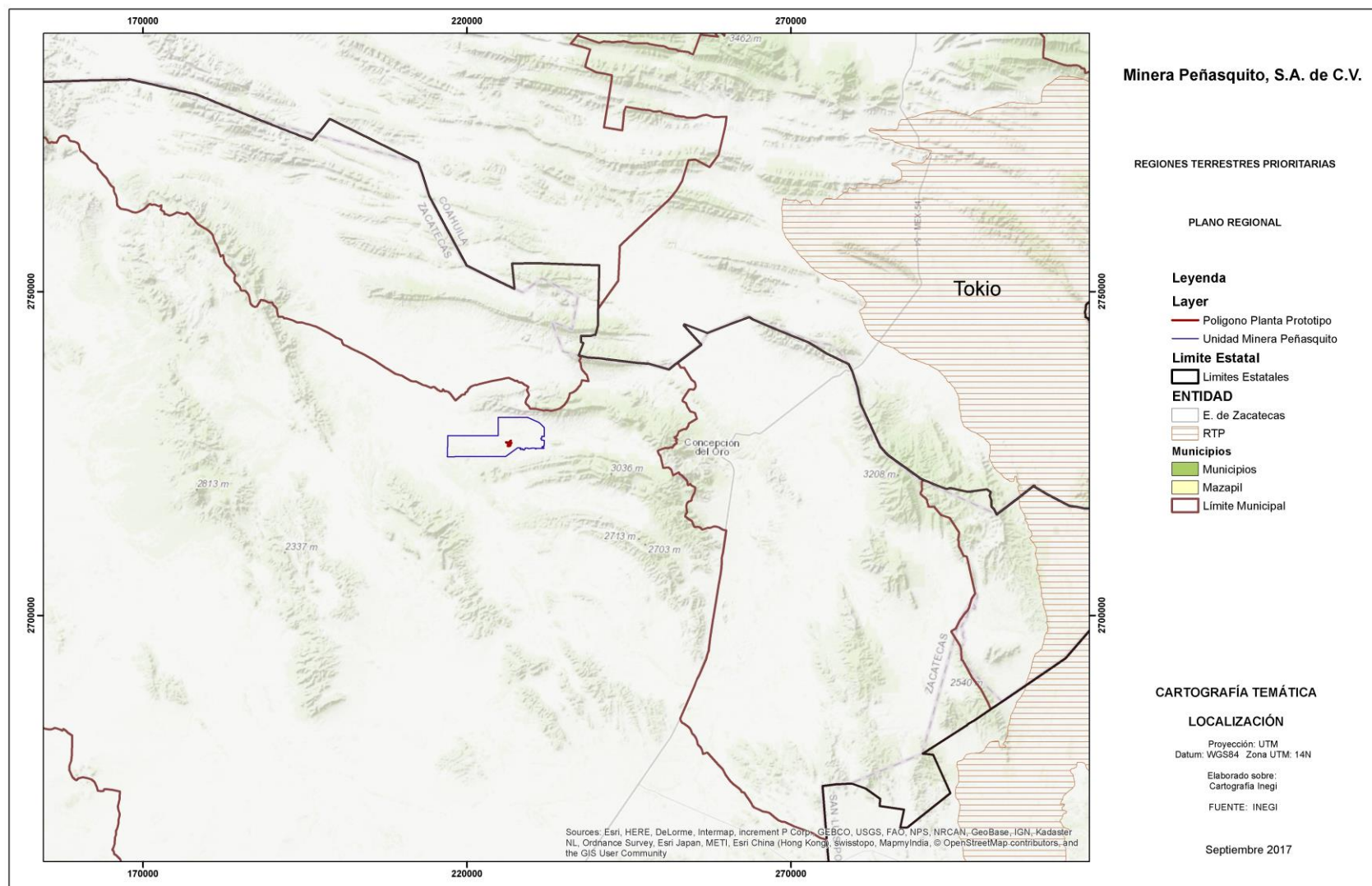


Figura III.2. Regiones Terrestres Prioritarias de mayor proximidad a la UMP y al Proyecto.

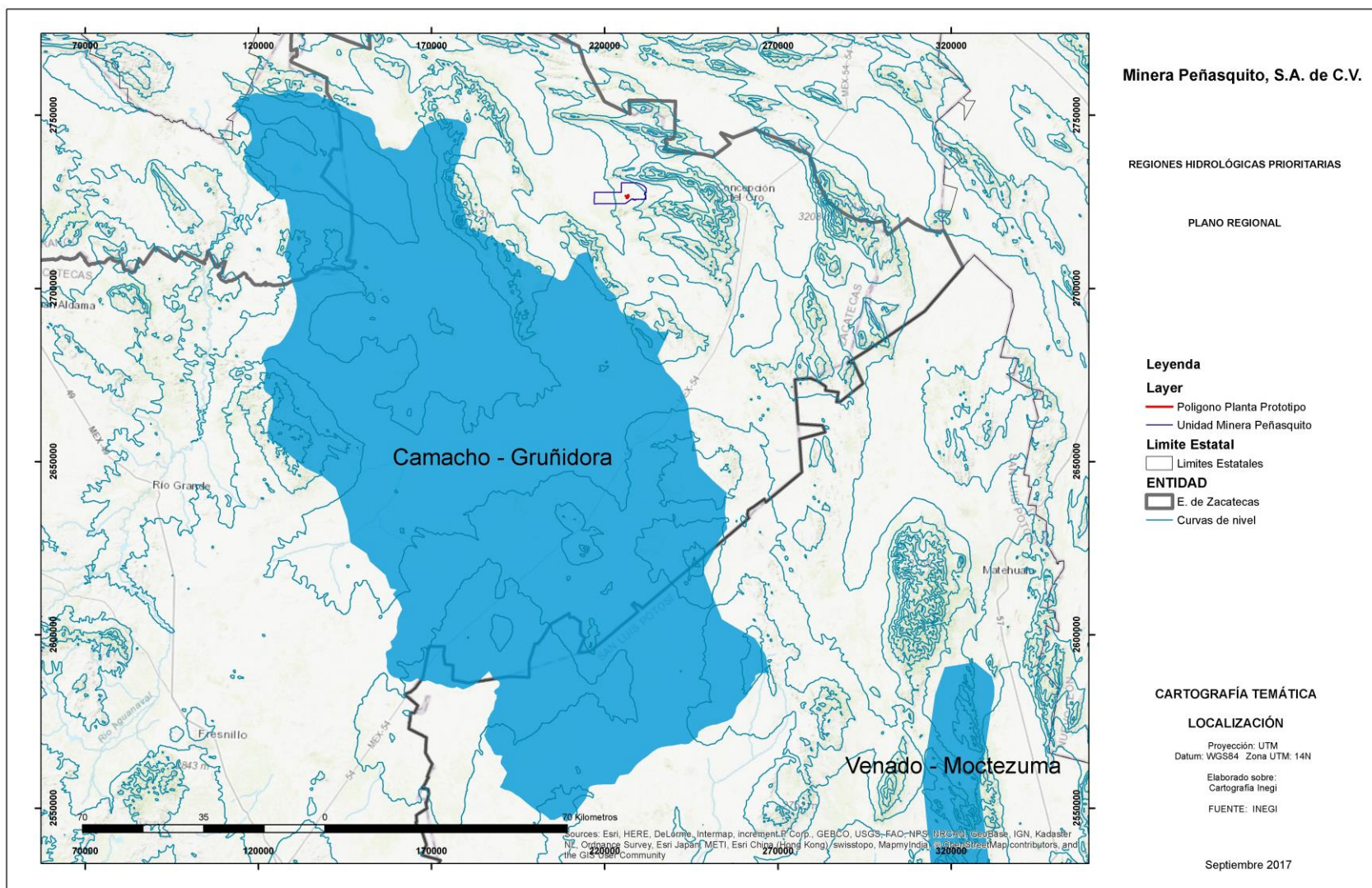


Figura III.3. Localización de la UMP y el Proyecto en relación con la Región Hidrológica Prioritaria RHP-51 Camacho-Gruñidora.

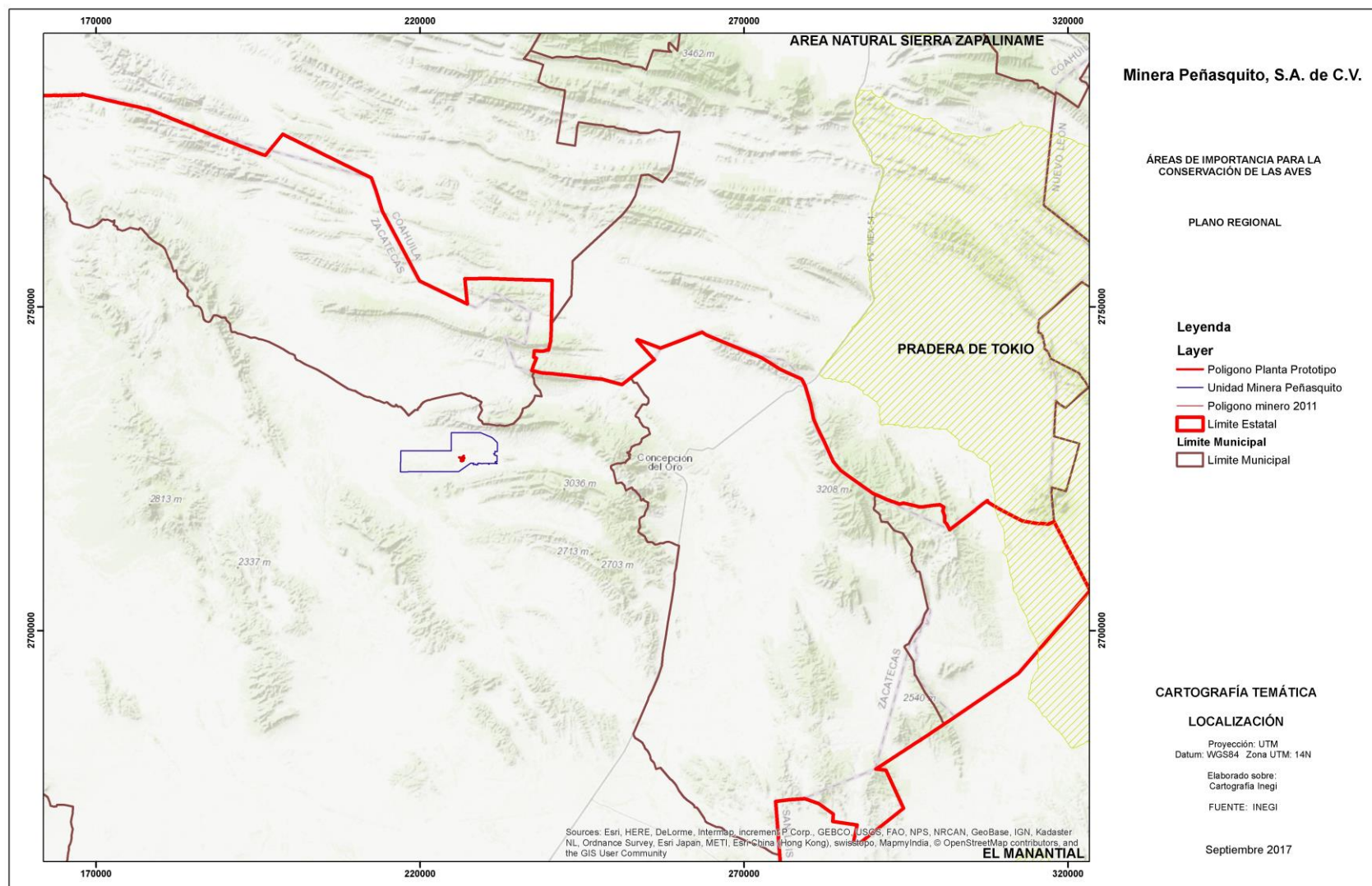


Figura III.4. Localización de la UMP y el Proyecto y con respecto a las áreas de importancia para la conservación de las aves de la región.

III.3.5 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente plantea que el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) tendrá por objeto llevar a cabo una regionalización ecológica, identificando áreas de atención prioritarias y de aptitud sectorial, y establecer lineamientos y estrategias ecológicas para su aprovechamiento o conservación.

La finalidad esencial es atender todas aquellas regiones que deban ser preservadas, conservadas, protegidas, restauradas o que requieran de medidas de mitigación para atenuar o compensar impactos ambientales adversos, o regiones en las que existan, al menos potencialmente, conflictos ambientales o limitaciones para las actividades humanas.

Así, la construcción y proposición del modelo de ordenamiento ecológico territorial, a nivel nacional, constituye una propuesta consensuada de vinculación entre las acciones productivas y los intereses de los diferentes sectores de la economía, bajo una óptica de sustentabilidad y de explotación racional de los recursos naturales.

Resultado de este modelamiento de ordenamiento ecológico nacional, se generaron 145 unidades ambientales biofísicas (UAB) del territorio nacional, a partir de cuatro indicadores de degradación biofísica (uso de suelo, degradación de suelos, degradación de la vegetación y degradación por desertificación) y cuatro de modificación antrópica (longitud de carreteras de primer orden, porcentaje de zonas urbanas, densidad de población y porcentaje de cuerpos de agua), así como de cinco indicadores de índole social (marginación social, índice medio de educación, índice medio de salud, hacinamiento de la vivienda, consolidación de la vivienda) y tres de índole económica (capitalización industrial, tasa de dependencia económica, porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios).

Además, para el escenario contextual se tomó en consideración información sobre presencia de actividad minera y niveles de desarrollo del espacio agrícola (subsistencia, campesina, transición, comercial y altamente tecnificada), así como sobre la disponibilidad o déficit de agua en cuencas hidrológicas y acuíferos subterráneos (CONAGUA, 2008).

Finalmente, este análisis territorial permite hacer la caracterización natural de cada una de las unidades ambientales biofísicas delimitadas, basada en la tipología de sus componentes naturales. Es a partir de esta caracterización que podemos ubicar a la zona del Proyecto dentro de la Región Ecológica 9.24, misma que está compuesta por las UAB's:

- 14. Sierras y Llanuras de Durango
- 27. Sierras Transversales
- 40. Sierras y Lomeríos de Aldama y Río Grande

Específicamente, la zona del Proyecto y de la UMP se ubica dentro de la UAB 27-Sierras Transversales. Las características generales de la UAB 27, de acuerdo con el POEGT se mencionan en la Tabla III.8.

Tabla III.8. Características generales de la Unidad Ambiental Biofísica (UAB 27-Sierras Transversales) donde se sitúa el Proyecto.

Localización: Sur de Coahuila-Noreste de Zacatecas					
Superficie en km²: 30,682.57		Población de la UAB: 130,551 hab.			
Superficie Total de la Región Ecológica: 95,767.68 km²		Población Total en la Región Ecológica: 1,106,820 hab.		Población Indígena: Sin presencia	
Estado Actual del Medio Ambiente (2008):		Estable. Conflicto Sectorial Nulo. Muy baja superficie de ANP's. Baja degradación de los Suelos. Baja degradación de la Vegetación. Baja degradación por Desertificación. La modificación antropogénica no se presenta. Longitud de Carreteras (km): Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km²): Baja. El uso de suelo es de Otro tipo de vegetación. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 28.8. Media marginación social. Alto índice medio de educación. Medio índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy alto indicador de capitalización industrial. Bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de subsistencia. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.			
Escenario al 2033:		Inestable			
Política Ambiental:		Aprovechamiento sustentable			
Prioridad de Atención:		Muy baja			
UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
27	Ganadería - Minería	Agricultura - Forestal	Poblacional	CFE-SCT	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 19, 20, 27, 28, 29, 30, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44
Estrategias. UAB 27					
<u>Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio</u>					
B) Aprovechamiento sustentable		4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.			
		5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.			
		6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.			
		7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.			
C) Protección de los recursos naturales		8. Valoración de los servicios ambientales.			
		12. Protección de los ecosistemas.			
D) Restauración		13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.			
		14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.			
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios		15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.			
		15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.			
		19. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero.			

	20. Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.
<u>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</u>	
C) Agua y Saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región. 28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región. 33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza. 34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional. 35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.
E) Desarrollo Social	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación. 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.
<u>Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional</u>	
A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural. 43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.

A nivel estatal, no se cuenta aún con un programa de ordenamiento ecológico, se cuenta con algunos programas municipales de ordenamiento ecológico, sin embargo, ninguno de ellos corresponde al municipio de Mazapil.

A nivel regional, el Gobierno del Estado de Zacatecas participa con los gobiernos de Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Querétaro y San Luis Potosí, en la promoción del desarrollo regional de la denominada Región Centro Occidente del país.

Como parte de esta coordinación se han establecido redes de funcionarios estatales y convenios de acción conjunta en materias diversas, entre las que se encuentra la gestión

ambiental y el ordenamiento ecológico de la región. Actualmente, no se ha generado un producto final en estos temas.

III.3.6 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO 2010–2016

El Plan de Desarrollo Estatal vigente estructura su estrategia de planeación en torno a cinco ejes rectores: seguridad, unidad, productividad, modernidad y justicia. En materia de productividad, la política económica de desarrollo del estado se focaliza en:

- a) La generación de empleo.
- b) El fortalecimiento de la competitividad.
- c) La modernización e incremento de la productividad de los sectores tradicionales como la agricultura, ganadería, minería y turismo.
- d) La incentivación del desarrollo de nuevos sectores en la industria y los servicios.

Particularmente, uno de los objetivos planteados en el plan consiste en el fortalecimiento sustentable de la minería, buscando el equilibrio entre la promoción de la inversión del sector en la entidad y lograr que los beneficios de la actividad permeen a toda la población donde ésta se asienta.

Considerando las características de la actividad minera, el enfoque de sustentabilidad ambiental del plan propone las siguientes estrategias:

- Impulsar el crecimiento sustentable de la minería.
- Fortalecer la integración vertical de la minería con otros sectores productivos en el estado.
- Fomentar la reducción del impacto de la actividad minera en el medio ambiente y la salud de las personas.

A su vez, en el eje de la modernidad, uno de los objetivos del plan se orienta hacia la conservación de ecosistemas y cuidado del medio ambiente, para lo cual establece dos estrategias centrales:

- a) Fomentar una cultura de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y conservación de ecosistemas.
- b) Fortalecer la gestión y aplicación de la normatividad ambiental, estableciendo controles que promuevan el eficiente desempeño de los diferentes sectores productivos y de servicios.

En concordancia con los postulados del Plan Estatal de Desarrollo es preciso señalar que Minera Peñasquito S.A. de C.V. y Goldcorp mantienen una política de apoyo a las comunidades y los gobiernos locales, que se encuentra plasmada en su programa de Responsabilidad Social Corporativa.

En relación con la Responsabilidad Social Corporativa, Goldcorp es signataria del Pacto Mundial de las Naciones Unidas, de la Iniciativa de Transparencia de las Industrias Extractivas y del Código Internacional de Manejo de Cianuro. Dentro de sus políticas internas, Goldcorp ha establecido un Sistema de Gestión de la Excelencia en la Sostenibilidad, que tiene como objetivo establecer el marco y los estándares para los programas de gestión de la sostenibilidad de la Empresa.

La derrama económica que Minera Peñasquito S.A. de C.V. ha generado al país, como al estado de Zacatecas, al municipio de Mazapil y municipios colindantes (Concepción del Oro y Melchor Ocampo, así como a las localidades cercanas a la UMP), se observa en impactos directos e indirectos, resultado de la generación de empleos, pagos a proveedores de bienes y servicios, pago de impuestos, y proyectos de desarrollo comunitario, como se menciona a continuación:

- i. A 2014, Minera Peñasquito contaba con una fuerza laboral total de 4,075 trabajadores, de los cuales 2,029 son trabajadores directos y 2,046 son contratistas. Cerca del 68% de los empleados de Minera Peñasquito proceden del estado de Zacatecas y el 32% restante es de otros estados de la República Mexicana y el extranjero. Del personal contratado del estado de Zacatecas, el 51 % es de las comunidades vecinas.
- ii. El salario promedio de los empleados de Minera Peñasquito es 3.4 veces mayor al salario mínimo a nivel nacional para 2014.
- iii. Del total de las adquisiciones de bienes y servicios de Minera Peñasquito, el 15% corresponde a proveedores estatales y locales durante 2014. Cabe señalar que el mayor porcentaje de las adquisiciones van hacia las áreas de mina y planta de proceso, que provienen de proveedores nacionales e internacionales.
- iv. Desde el inicio de su operación, Minera Peñasquito ha pagado 5.8 mil millones de pesos en impuestos al gobierno municipal, estatal y federal, además de contribuciones voluntarias a las localidades aledañas a la unidad minera.

Minera Peñasquito tiene un Programa de Responsabilidad Social dirigido a las localidades ubicadas dentro de su área de influencia. Dicho programa está definido bajo los siguientes ejes de acción:

- Salud – campañas de vacunación, jornadas de salud, apoyo a personas con discapacidad.
- Educación y capacitación – programa de becas educativas, apoyo a escuelas e instituciones educativas.
- Emprendimiento – capital semilla para proyectos productivos y desarrollo de microempresas.
- Rehabilitación de infraestructura y servicios - mantenimiento y construcción de caminos, construcción de aulas escolares e infraestructura productiva.

III.3.7 PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL 2013-2016

El Plan de Desarrollo Municipal de Mazapil, Zacatecas, está previsto para fomentar mejores condiciones de vida para su población, utilizando todos los recursos de los que dispone el municipio para abatir las desigualdades y sentar las bases para un desarrollo próspero y equitativo de la sociedad en su conjunto.

El Plan busca establecer una estrategia de desarrollo integral sustentable para el municipio, para los siguientes años, con la participación de todos los integrantes de las diferentes comunidades, los tres niveles de gobierno, el sector privado, organismos no gubernamentales, organizaciones internacionales e instituciones educativas.

El Plan de Desarrollo toma en cuenta líneas de articulación para el proceso de planeación que llevarán al crecimiento y desarrollo de Mazapil, estas líneas se constituyen en:

1. Desarrollo sustentable integral.
2. Un enfoque de género y respeto a los derechos humanos en toda la política pública.
3. Desarrollo económico.
4. Desarrollo Social.
5. Desarrollo Político.
6. La participación ciudadana y rendimiento de cuentas permanente.

Cabe destacar que, como se menciona en el mismo Plan, éste se encamina "*a mejorar el nivel de vida de la población y la oferta de servicios públicos, así como también a favorecer la atracción de inversiones y fortalecer el posicionamiento del municipio en el contexto de la competitividad bajo un marco de sustentabilidad económica, social y ambiental*".

El Plan de Desarrollo Municipal de Mazapil 2013-2016 está constituido por varios ejes rectores que buscan delimitar las acciones que habrá de seguir y encauzar el ayuntamiento, como también las políticas que habrá de implementar.

Destaca –para efectos del presente Proyecto- la consideración que se hace dentro del Plan a la actividad de la minería en su apartado XXII:

XXII. Minería y Desarrollo Comunitario

En los últimos quince años se han descubierto enormes yacimientos mineros en este municipio que han propiciado el establecimiento de grandes empresas mineras del país y del extranjero..., dada la situación de ganancias extraordinarias que están obteniendo tales empresas se requiere una mayor corresponsabilidad con la construcción de la estrategia de desarrollo humano sustentable y equidad económica y social...

Así, el plan implica construir una plataforma de colaboración y corresponsabilidad entre el sector minero, la población de Mazapil y el ayuntamiento bajo los siguientes ejes:

- 1. Buscar que el desarrollo de la actividad minera se realice en condiciones que tengan el menor impacto ambiental sobre los recursos naturales.*
- 2. Que las empresas mineras asuman su responsabilidad en los impactos negativos sobre los recursos naturales y sobre la población ahora y en las siguientes décadas derivadas de sus explotaciones.*
- 3. Promover la corresponsabilidad empresarial con un auténtico desarrollo humano sustentable comunitario que vaya más allá de la simple filantropía.*

Basado en el primer eje mencionado, es preciso resaltar que Minera Peñasquito S.A. de C.V, desde el principio de sus operaciones –como parte de sus políticas internas y atendiendo a los señalamientos y recomendaciones de la autoridad ambiental- incluye dentro de sus planes de operación, las estrategias y actividades más apropiadas para minimizar el daño ambiental potencialmente generado por su unidad minera. Asimismo, se han establecido medidas de prevención de impacto ambiental y monitoreo de condiciones ambientales –avaladas también por la autoridad ambiental- que permiten identificar cambios en el sitio y tomar acciones pertinentes en cada caso.

Respecto a la responsabilidad ambiental mencionada en el segundo eje rector, debe destacarse que no se han generado impactos ambientales negativos imprevistos y que la Empresa asumió, desde inicios de su operación, la responsabilidad de los impactos generados por su parte, tomando en todo momento las previsiones necesarias para

evitarlos o atenuarlos durante la actividad minera y su remediación al final de la vida útil de la UMP.

Finalmente, respecto al desarrollo comunitario, resalta el trabajo conjunto del gobierno local y de Minera Peñasquito S.A. de C.V. respecto al rubro de la educación, ya que se ha dado continuidad a la segunda etapa del Plantel CONALEP y su equipamiento, en el marco de los convenios de colaboración que han suscrito las anteriores administraciones municipales con la Empresa.

Minera Peñasquito S.A. de C.V., como promovente de este Proyecto, seguirá manejándose en este sentido, buscando en todo momento la colaboración y corresponsabilidad entre el sector minero, la población de Mazapil y el ayuntamiento.

III.3.8 PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN DE MAZAPIL 2007 – 2027

De acuerdo con este Programa, la planeación a largo plazo surge como una necesidad para ordenar el crecimiento urbano futuro de la cabecera municipal, como resultado del emplazamiento de la UMP, ya que se esperaba un incremento poblacional como consecuencia de la generación de empleos asociados con sus operaciones y ante la insuficiencia de la infraestructura, servicios, vivienda y suelo que padece la localidad.

Así, el programa postula las bases para el crecimiento ordenado de la mancha urbana de Mazapil, prevé la dotación de servicios y establece criterios para la conservación y el mejoramiento del sitio.

En relación con las necesidades de vivienda, el documento establece proyecciones de población realistas, que no especulan sobre un exagerado crecimiento, ni minimizan la población que inmigrará hacia el territorio de Mazapil en un período de 20 a 22 años y medio. Para ello, se consideró que el establecimiento del campamento de la unidad minera, construido a 12 kilómetros de la cabecera municipal, contribuye de manera importante a reducir la carga sobre los servicios públicos de vivienda, toda vez que la demanda que se espera será ocasionada principalmente por los servicios complementarios, que ocupará mano de obra de toda la región, de la cabecera y de los estados vecinos del norte.

Además de los objetivos, estrategias y acciones propuestas en relación con la amplia diversidad de servicios públicos municipales, el programa considera la participación de la Empresa en la ejecución del proyecto estratégico de protección ambiental y de ecosistemas.

Dicho proyecto tiene varios objetivos:

- Preservar el ecosistema del territorio que rodea a la cabecera municipal.
- Impulsar un desarrollo urbano sustentable.
- Desarrollar sistemas de tratamiento de los residuos líquidos y sólidos.
- Proteger del crecimiento urbano a las áreas de valor paisajístico.
- Fomentar la participación de los actores sociales en la protección del medio físico natural.
- Proteger las extensiones de tierra donde se practican actividades agropecuarias y mineras.
- Sanear los arroyos Grande y La Quinta para incorporarlos como áreas verdes.

Entre las acciones propuestas para la ejecución del proyecto, el municipio incluye la relativa al desmonte por etapas de las zonas de mina de la unidad minera, la prevención del alojamiento de recipientes y derrames en el suelo de sustancias peligrosas, así como la colocación de señalizaciones. Todas ellas, medidas que actualmente cumple la Empresa.

Asimismo, la Empresa es considerada como entidad responsable de cumplir, junto con otros actores, el desarrollo de distintas acciones y subprogramas del Programa de Medio Ambiente del municipio:

- i. Protección de áreas de valor paisajístico o escénico.
- ii. Programa de rescate, reubicación y manejo de especies contenidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, además de aquellas de difícil regeneración o lento crecimiento.
- iii. Programa de Vigilancia para prohibir la colecta de especies de flora, captura y cacería de fauna silvestre.
- iv. Programa de Monitoreo Ambiental.
- v. Programa de relocalización de fauna silvestre.
- vi. Programa de Restauración Ecológica.

Tales acciones se encuentran en la actualidad siendo desarrolladas por la Empresa.

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

En este capítulo se presenta la caracterización del medio en sus elementos bióticos y abióticos, describiendo y analizando de manera integral, los componentes del Sistema Ambiental donde se establecerá el Proyecto, para hacer una correcta identificación de sus condiciones ambientales y de las principales tendencias de desarrollo y/o deterioro.

IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La delimitación del Sistema Ambiental (SA) del Proyecto toma en cuenta como factores principales la hidrología superficial y los parteaguas naturales de la región, además de las dimensiones del Proyecto y las condiciones de su medio físico y biológico. Cabe resaltar que, por estar inmerso en el área de ocupación de la UMP, se decidió para el análisis, el establecer un sistema ambiental que tomara en consideración no sólo la superficie del proyecto sino todo el polígono que conforma la UMP.

Un criterio importante para considerar fue la influencia potencial del Proyecto (obras y actividades) sobre la superficie del terreno y las áreas colindantes. Lo anterior, con la premisa de que la ejecución de las obras y actividades a desarrollar no generarán impactos fuera de la superficie definida para la unidad minera ni el Sistema Ambiental (SA).

De esta forma, el SA se generó en un polígono de 39,550 ha, que comprende gran parte de la microcuenca del Valle de Mazapil y que es donde se considera la influencia potencial del Proyecto (Figura IV.1), aunque esta influencia estará circunscrita a la Unidad Minera Peñasquito (UMP).

El área de estudio está determinada por el área directamente afectada por la realización del Proyecto Planta Prototipo EcoTails -referida en adelante como área del Proyecto- con una superficie total de 23.7853 ha, superficie que agrupa todos los elementos del medio sobre los que el Proyecto tendrá incidencia (Figura IV.2).

En las siguientes secciones se describen, en primera instancia, los componentes abióticos y bióticos del Sistema Ambiental definido para el Proyecto, y posteriormente se describen los componentes abióticos y bióticos del área del Proyecto.

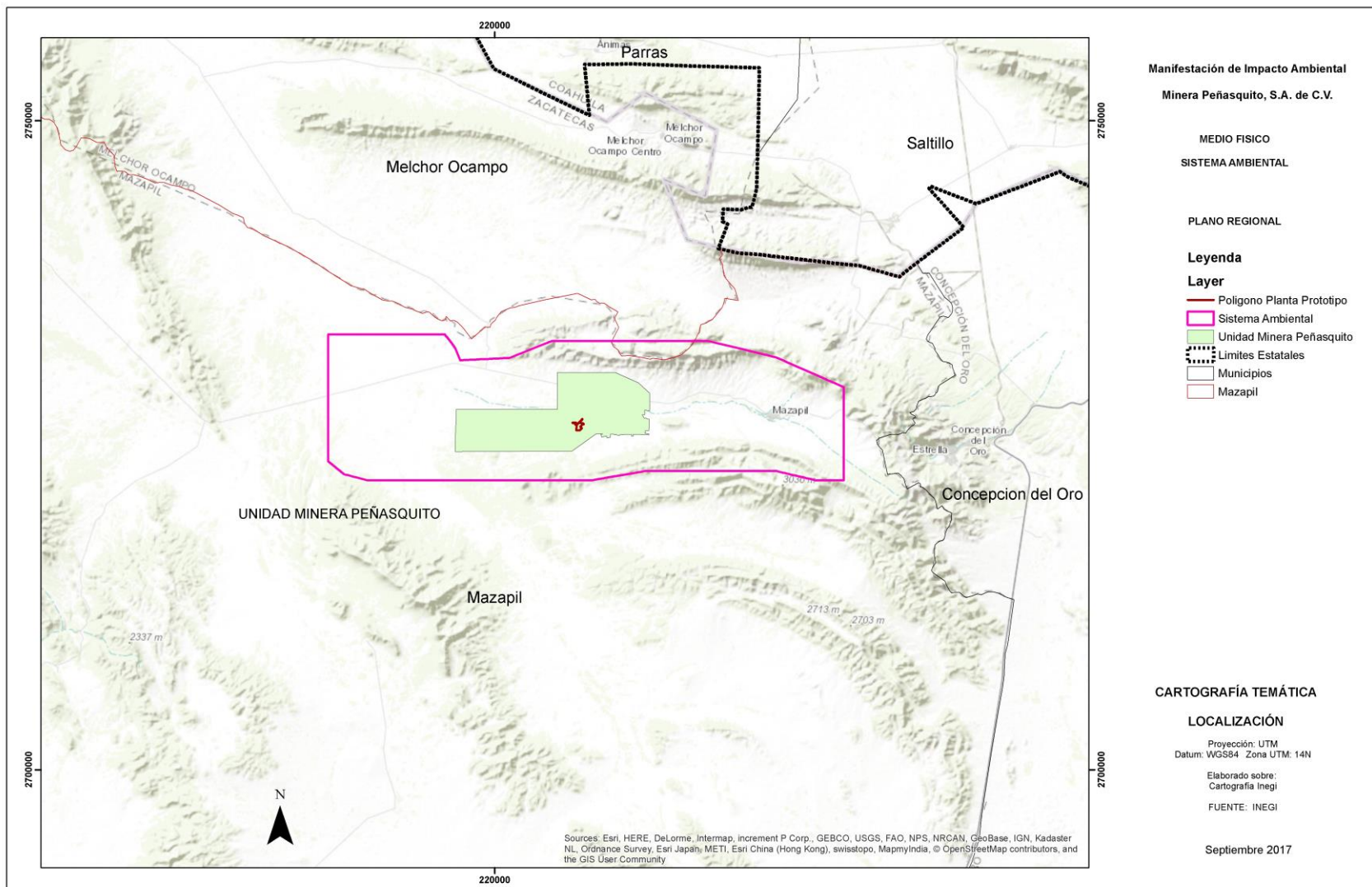


Figura IV.1 Delimitación del Sistema Ambiental del Proyecto.

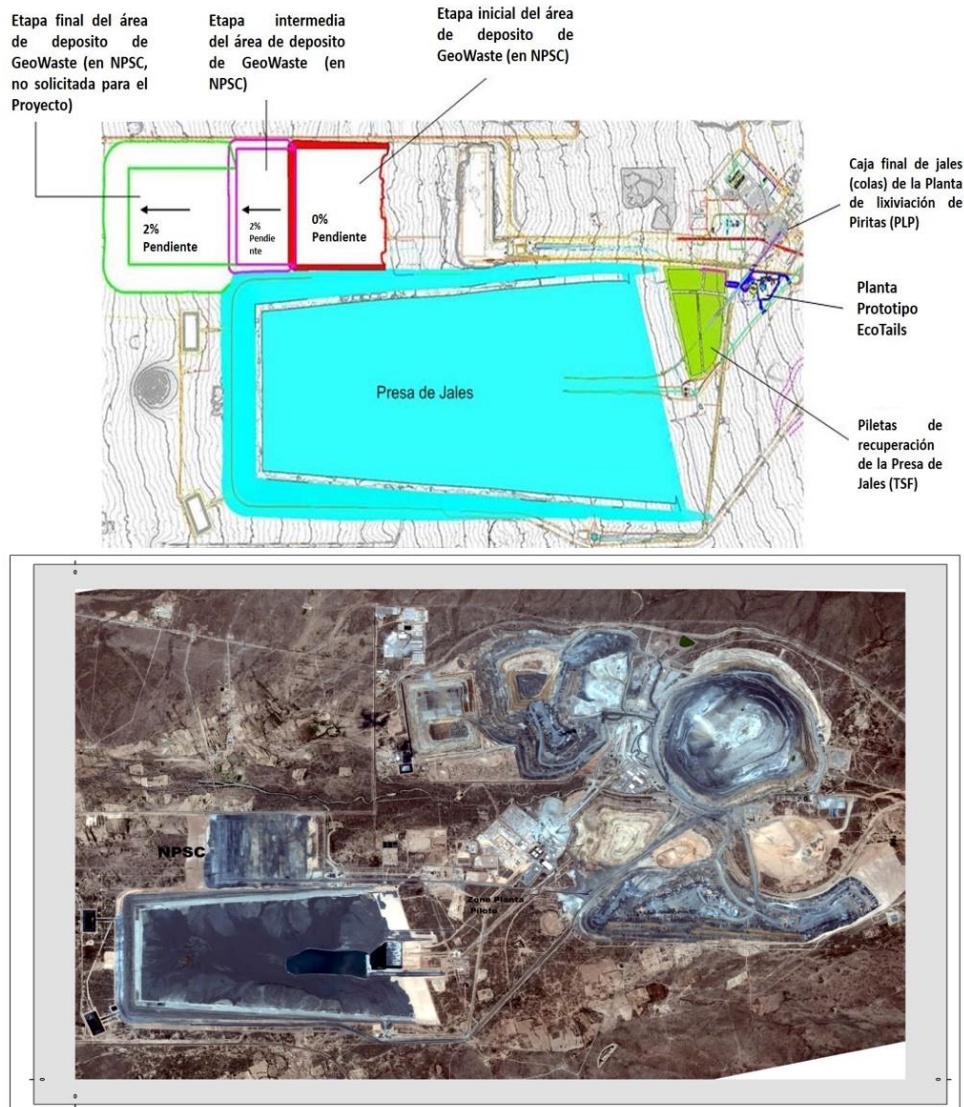


Figura IV.2. Delimitación del área del Proyecto Planta Prototipo EcoTails (los sitios de depositación de GeoWaste indicados no se consideran en esta etapa del Proyecto).

IV.2 CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y ÁREA DEL PROYECTO

IV.2.1 ASPECTOS ABIÓTICOS

IV.2.1.1 CLIMA

Las características más destacadas de las condiciones climáticas en la región son la escasa precipitación y la presencia de temperaturas extremas. En particular, el SA definido para el Proyecto presenta las variantes climáticas: seco semicálido, semiseco templado, muy seco semicálido y semifrío subhúmedo (Figura IV.3).

El clima **BWhw** (desértico semicálido) presenta lluvias en verano, invierno y escasas todo el año; su temperatura media anual es mayor a los 22° C; en el Sistema Ambiental ocupa una franja en su parte oeste, representando el 28.34 % de su superficie (Figura IV.3).

El clima **BSohw** (Árido semicálido) tiene temperatura entre 18 °C y 22 °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; en el Sistema Ambiental ocupa una franja en su parte centro-oeste y una pequeña área en la parte suroeste, representando el 13.10 % de su superficie (Figura IV.3).

El clima **BS1kw** (semiárido templado), temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. En el Sistema Ambiental es el más predominante, ocupando la parte centro y este del mismo, representando el 56.83 % de su superficie. Es el tipo climático presente en el área a ocupar por la Planta EcoTails (Figura IV.3).

El clima **C(E)x'** (semifrío subhúmedo) presenta una temperatura media anual entre 5 y 12 °C, con lluvias escasas en todo el año. Es el clima menos representado en el Sistema Ambiental, ocupando una pequeña área en el extremo sureste del mismo, representando el 1.73 % de su superficie (Figura IV.3).

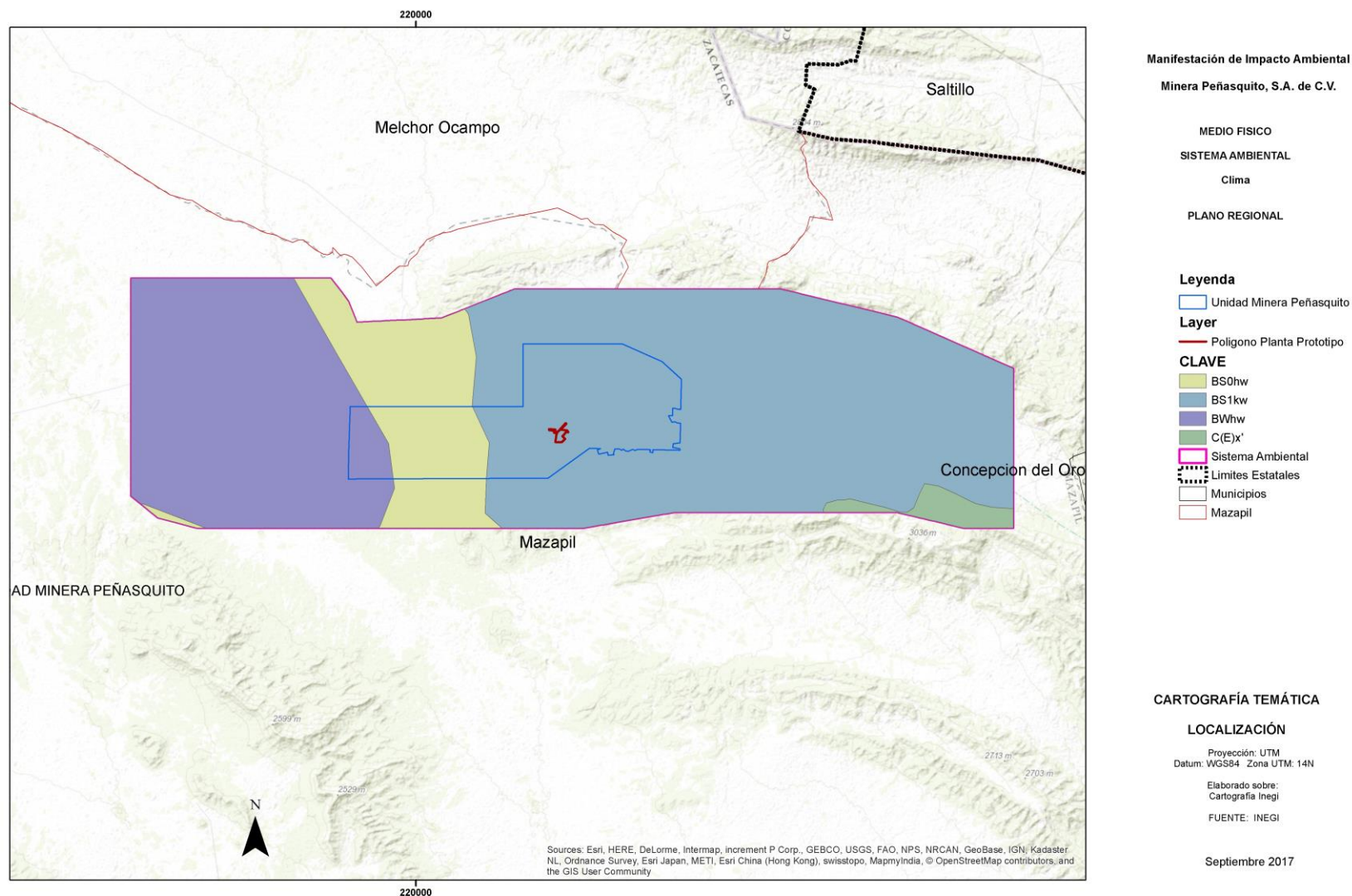


Figura IV.3. Climas en el Sistema Ambiental y en el área del Proyecto Planta Prototipo EcoTails.

TEMPERATURA PROMEDIO, MENSUAL Y ANUAL

Para el análisis de los datos meteorológicos, se han considerado las Estaciones Climatológicas de Cedros y Mazapil, por ser éstas representativas del Sistema Ambiental definido para el Proyecto.

La estación de Cedros tiene asignada la clave 32007 y se encuentra ubicada en las coordenadas WGS 84 219373.91 E, 2732075.35 N, a una altitud de 1,781 m. Cuenta con datos de precipitación, evaporación y temperaturas máxima, mínima y media de 1951 a 2010; con un número de años con datos de 26.

La estación de Mazapil tiene la clave 32036, ubicada en las coordenadas WGS 84 241289.98 E, 2727554.75 N, a una altitud de 2,274 m. El período de datos registrado es de 1951 a 2010, con un número de años con datos de 52.

La temperatura mínima registrada para el Sistema Ambiental es de 5.1 °C para la estación de Cedros y de -0.9 °C para la estación de Mazapil. La temperatura máxima para la estación de Cedros es de 31.9 °C y de 33.7 °C para la estación de Mazapil, siendo diciembre, enero y febrero los meses con temperaturas más bajas y junio y julio los meses con temperaturas más altas (Tabla IV.1).

Tabla IV.1. Temperatura (°C) promedio mensual y anual para las estaciones de Cedros y Mazapil

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Cedros													
Máxima	27.5	27.8	26.4	35.2	34.7	35.5	36.1	35.2	32.9	32.7	30.0	28.5	31.9
Mínima	2.3	1.3	4.9	7.4	8.5	8.6	6.6	7.3	6.4	4.2	3.4	0.5	5.1
Media	13.7	14.7	17.2	19.8	21.8	22.5	22.0	21.4	20.4	18.9	16.3	13.6	18.5
Mazapil													
Máxima	30.0	30.0	31.0	32.1	35.3	36.7	36.8	35.8	35.7	35.5	34.5	30.9	33.7
Mínima	-3.5	-3.0	-3.0	0.5	5.0	4.6	0.5	-3.3	-3.5	-3.5	-3.5	1.5	-0.9
Media	10.5	11.7	14.2	17.1	19.4	20.5	19.7	19.3	18.3	16.9	14.2	11.3	16.1

PRECIPITACIÓN

El Sistema Ambiental se caracteriza por presentar dos períodos de ocurrencia pluvial, el primero corresponde a las lluvias de verano, entre junio y septiembre, con un máximo de precipitación de 61.5 mm para la estación de Cedros y de 78.6 para la estación de Mazapil; el segundo corresponde a las lluvias de invierno, en diciembre y enero, con una precipitación máxima de 14.7 mm para la estación de Cedros y de 28.6 para la estación de Mazapil (Tabla IV.2).

Los meses con menor precipitación corresponden a febrero y marzo con una mínima de 6.2 mm para la estación de Cedros y de 9.0 para la estación de Mazapil (Tabla IV.2).

Tabla IV.2. Precipitación (mm) promedio mensual y anual para las estaciones de Cedros y Mazapil

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Cedros	14.7	8.2	6.2	16.1	25.9	57.1	61.0	53.5	61.5	22.6	16.2	14.3	357.3
Mazapil	28.6	13.7	9.0	18.5	38.9	55.5	78.6	69.7	64.6	41.3	16.7	19.3	454.4

EVAPORACIÓN POTENCIAL

Los datos de evaporación total para la estación de Cedros presentan una media anual de 2, 019.8 mm, mientras que para la estación de Mazapil presentan una media anual de 2, 101.9 mm.

DIRECCIÓN Y VELOCIDAD DEL VIENTO

La dirección de los vientos dominantes es al este, con un tiempo de ocurrencia de 36.7 % y velocidad media de 1.77 m/s. Los vientos más intensos se registran del SSW con una intensidad promedio de 2.36 m/seg y una ocurrencia del 6 %.

EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS

La estación Cedros registra un promedio anual de 4 días con niebla, mientras que la estación Mazapil registra un promedio anual de 5.9, lo que da un promedio para las dos estaciones de media de 4.95 días con niebla al año.

Las granizadas son menos frecuentes, la estación Cedros no tiene registro de este evento climático, mientras que la estación Mazapil registra un promedio anual de un día con granizo al año. La mayor probabilidad de ocurrencia de este evento se da en abril y mayo.

Las tormentas eléctricas –de acuerdo con los registros de la estación Cedros- se presentan con una frecuencia 0.5 eventos al año y de 2.1 eventos al año según datos de la estación Mazapil, con una mayor probabilidad de ocurrencia en mayo, agosto y diciembre.

IV.2.1.2 GEOLOGÍA

En Zacatecas existen rocas de todos los tipos fundamentales; ígneas, sedimentarias y metamórficas, cuyas edades de formación van desde el Triásico hasta el Reciente.

Las más antiguas son rocas metamórficas de bajo grado (filitas, pizarras y esquistos); sin embargo, las de mayor distribución territorial son las rocas ígneas del Terciario (andesitas, tobas, riolitas y basaltos), que afloran en la mayor parte de la Sierra Madre Occidental y en algunas áreas de otras provincias geológicas que abarcan el estado.

Las rocas sedimentarias del mesozoico (Jurásico y Cretácico) forman estructuras plegadas (anticlinales y sinclinales), que a su vez han sido dislocadas por fracturas y fallas de tamaño regional. Estas dislocaciones también afectan a los otros tipos de roca existentes en el estado.

En el valle de Mazapil se encuentran rocas sedimentarias de ambiente marino formadas por calizas, margas y lutitas, asimismo se encuentran en áreas restringidas afloramientos de conglomerados, areniscas y lutitas (Consejo de Recursos Minerales, 1980).

En el Sistema Ambiental definido para el Proyecto se identifican las siguientes formaciones existentes en secuencias litoestratigráficas, enlistadas de la más antigua a la más reciente:

- Secuencia sedimentaria de plataforma calcárea
- Secuencia sedimentaria costera epiclástica
- Secuencia aluvial-fluvial

Estas formaciones aparecen parcialmente mineralizadas, tectonizadas y deformadas en el Valle de Mazapil, las dos últimas presentan porosidad secundaria y constituyen el acuífero de Mazapil en medio rocoso.

En el Sistema Ambiental la geología es representada por el paquete de rocas sedimentarias del Geosinclinal Mexicano. Las rocas más antiguas en el área son calizas biogénicas y dolomitas de la Caliza Zuloaga, que subyacen en forma concordante de la Formación La Caja del Jurásico Superior.

La Formación La Caja está compuesta por intercalaciones delgadas de limolitas y caliza arenosa con contenido fosilífero. Esta formación está sobreyacida por calizas argiláceas de la Formación Taraises, que a su vez está sobreyacida por calizas de la Formación Cupido, una de las más favorables unidades de roca encajonante de la mineralización.

Las calizas de la Formación Cupido están sobreyacidas por calizas y lutitas de la Formación La Peña depositadas durante el periodo Cretácico Inferior. Estas rocas están sobreyacidas por la caliza Cuesta del Cura. Así, el Cretácico Inferior está representado en orden de posición por las formaciones Taraises, Caliza Cupido, La Peña y Cuesta del Cura.

Las formaciones Indidura y Caracol representan al Cretácico Superior. La Formación Indidura está compuesta por una serie de esquistos y areniscas de grano fino calcáreas y calizas argiláceas sobreyaciendo a la caliza Cuesta del Cura. La Formación Caracol consiste en pizarras y calizas intercaladas, sobreyaciendo la Formación Indidura. Estas rocas dominan la geología en el área de la Unidad Minera Peñasquito y son sobreyacidas por el Conglomerado Mazapil que data del Terciario. El Cuaternario es representado por aluvión y fanglomerados.

En el área se encuentra un gran "tronco" de granodiorita que corta las rocas del área mediante numerosos diques intrusivos, "sills" y "troncos" de composición intermedia a félsica. Los intrusivos se encuentran emplazando e intrusionando rocas en un periodo que comprende del Eoceno al Oligoceno datado de 30 a 40 millones de años.

En el Sistema Ambiental, el 56.14 % de la superficie presenta suelo aluvial del Cuaternario (Cenozoico), distribuida en las partes bajas del Valle de Mazapil; el 19.14 % presenta conglomerados del Terciario inferior, distribuidos en las partes bajas de la serranía; el 11.68 % presenta rocas calizas del Cretácico inferior, distribuidas en la parte media de las serranías; el 6.85 % presenta rocas calizas del Jurásico superior, distribuidas en las partes más altas de las serranías; el resto de la superficie presenta conglomerados del Cuaternario, lutita arenisca y caliza lutita del Cretácico superior, basalto del Plioceno-Cuaternario, travertino del Terciario superior y granodiorita del Terciario, todos ellos con menos del 2 % de la superficie. En el área del Proyecto se presenta el suelo aluvial del Cuaternario (Figura IV.4).

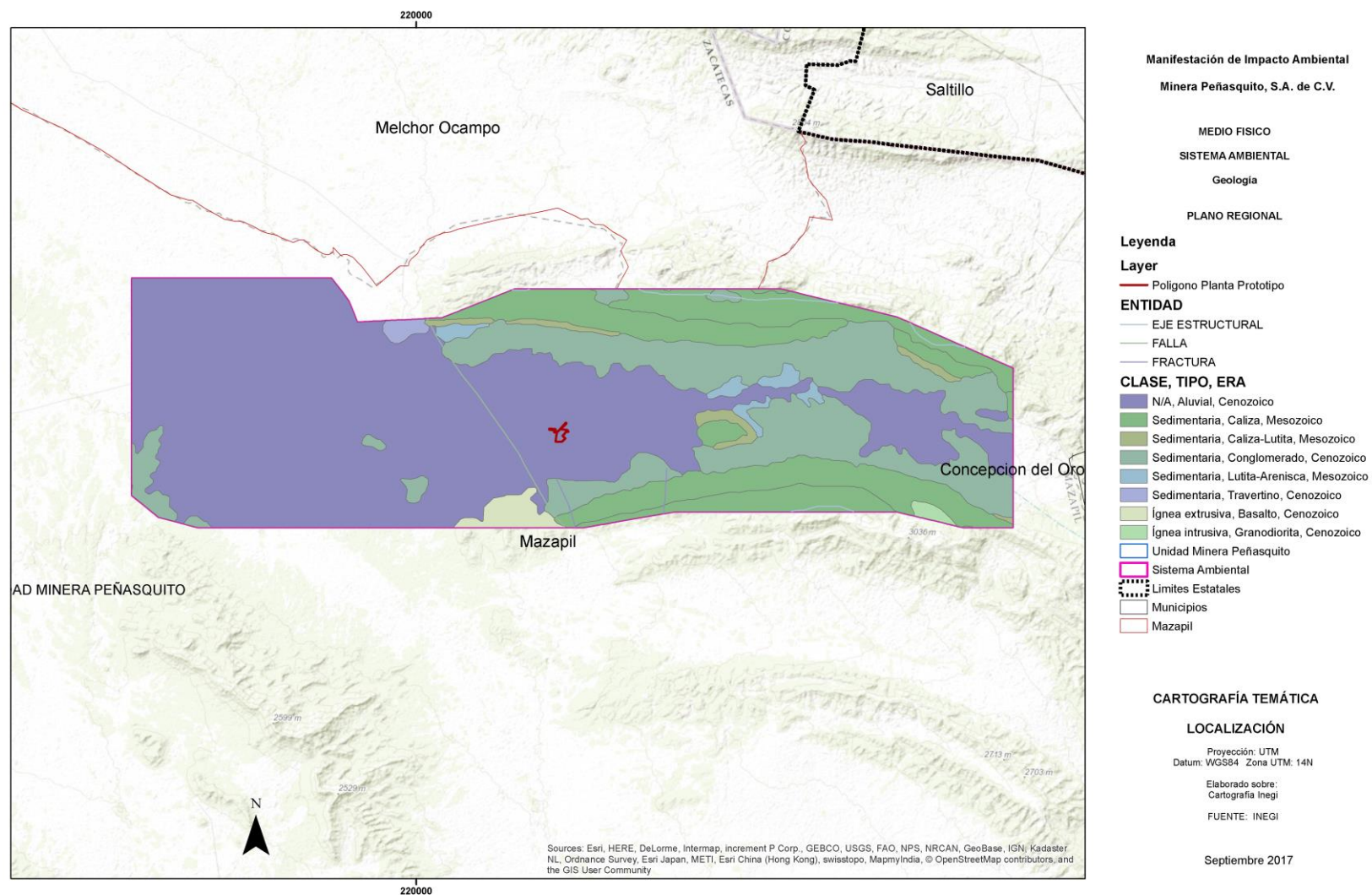


Figura IV.4. Geología del Sistema Ambiental definido para el área del Proyecto.

IV.2.1.3 FISIOGRAFÍA

El territorio del estado de Zacatecas es parte de cuatro provincias fisiográficas: al oeste la Provincia Sierra Madre Occidental; al norte y zona centro del estado la Provincia Sierra Madre Oriental; al centro la Provincia de la Mesa (o Meseta) Central; y al sureste la Provincia del Eje Neovolcánico. El Sistema Ambiental y el área del Proyecto se encuentran dentro de la Provincia de la Sierra Madre Oriental, en la Subprovincia Sierras Transversales (Figura IV.5).

La Subprovincia de Sierras Transversales debe su nombre, principalmente, a la orientación este-oeste de las cadenas montañosas presentes en su demarcación. Estos cordones montañosos, formados principalmente por calizas, se encuentran ampliamente espaciados y forman por lo regular sierras altas (2,000-3,000 msnm); la subprovincia está representada por los sistemas de topoformas denominados Sierra pliegues, Sierra compleja, Sierra compleja con bajada, Sierra compleja con lomerío, Bajada, Bajada con Lomerío, Valle intermontano, Valle intermontano con lomerío y Piso de Bolsón.

El valle de Mazapil, dentro de la Subprovincia, tiene su origen a partir de la unión en su parte oriente de las sierras El Mascarón y Las Bocas. Estas dos sierras son paralelas entre sí y dicha unión deriva en la formación de una cadena montañosa en forma de "U" abierta al poniente que da lugar al valle. Las laderas de las sierras descienden suavemente hacia la planicie fluvial que constituye el fondo del valle. El valle desemboca a unos 30 km desde su cabeza a una extensa llanura deprimida, o bolsón, un rasgo fisiográfico distintivo del altiplano mexicano; hacia el oeste del valle se presentan zonas planas donde la pendiente es menor a 4 %.

En el Sistema Ambiental el 60.09 % de la superficie presenta pendientes planas que van de los 0 a los 3 grados. En el área del Proyecto se presenta esta condición (Figura IV.6). El 19.97 % presenta pendientes ligeras que van de los 3 a los 10°. El 9.10 % de la superficie presenta pendientes medianamente inclinadas que van de los 10 a los 20°, distribuidas en las partes bajas de las serranías. El 8.05 % de la superficie presenta pendientes fuertemente inclinadas que van de los 20 a los 30°, distribuidas en las partes medias y altas de las serranías. El 2.47 % de la superficie presenta pendientes muy fuertemente inclinadas que van de los 30 a los 45°, distribuidas principalmente en las partes más altas de las serranías. El 0.32 % restante de la superficie pertenece a pendientes abruptas con pendientes mayores a los 45°, que corresponden a los picos más altos de las serranías (Figura IV.6).

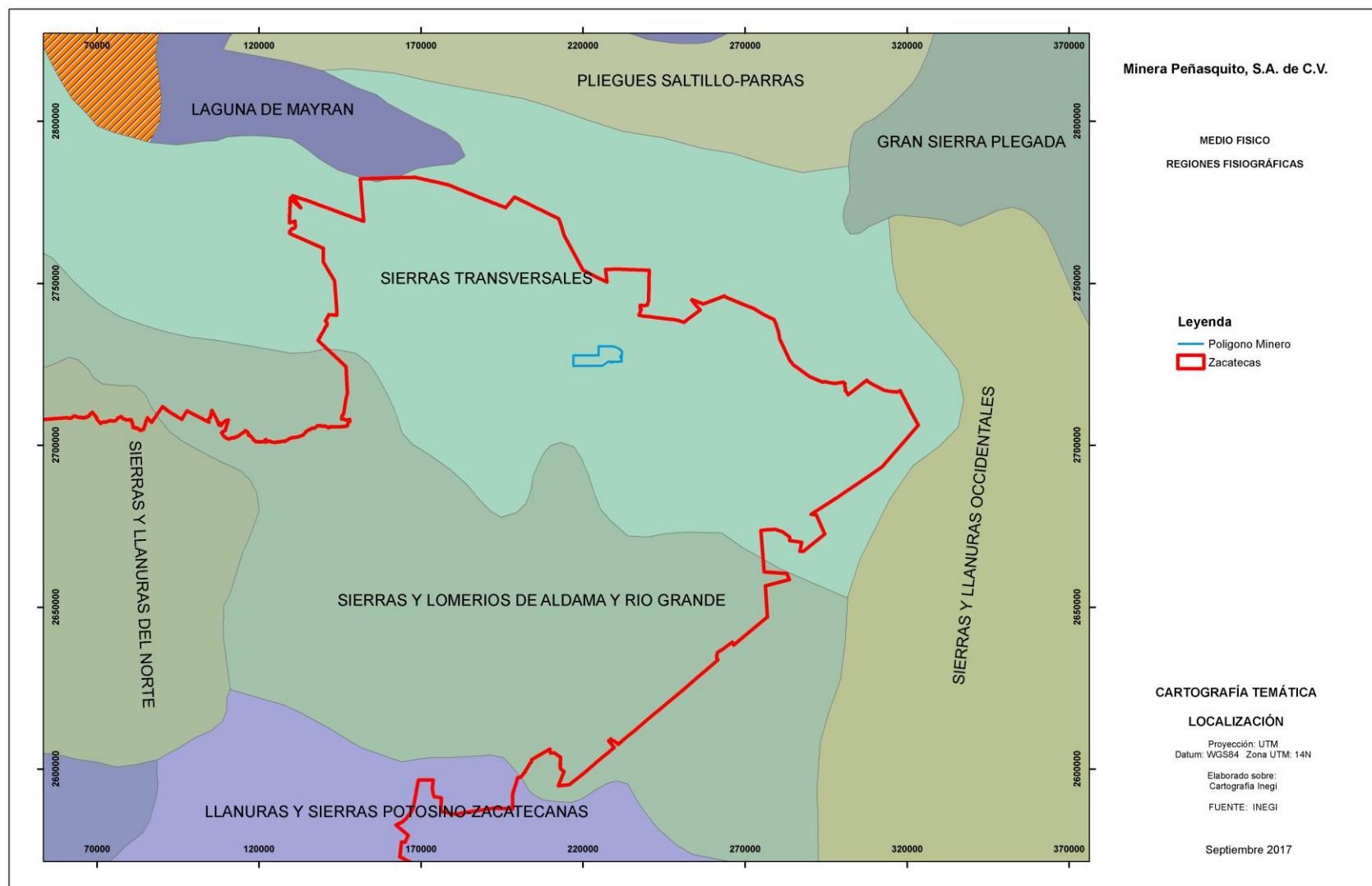


Figura IV.5. Provincia Fisiográfica y Subprovincia a la que pertenece el Sistema Ambiental definido para el Proyecto.

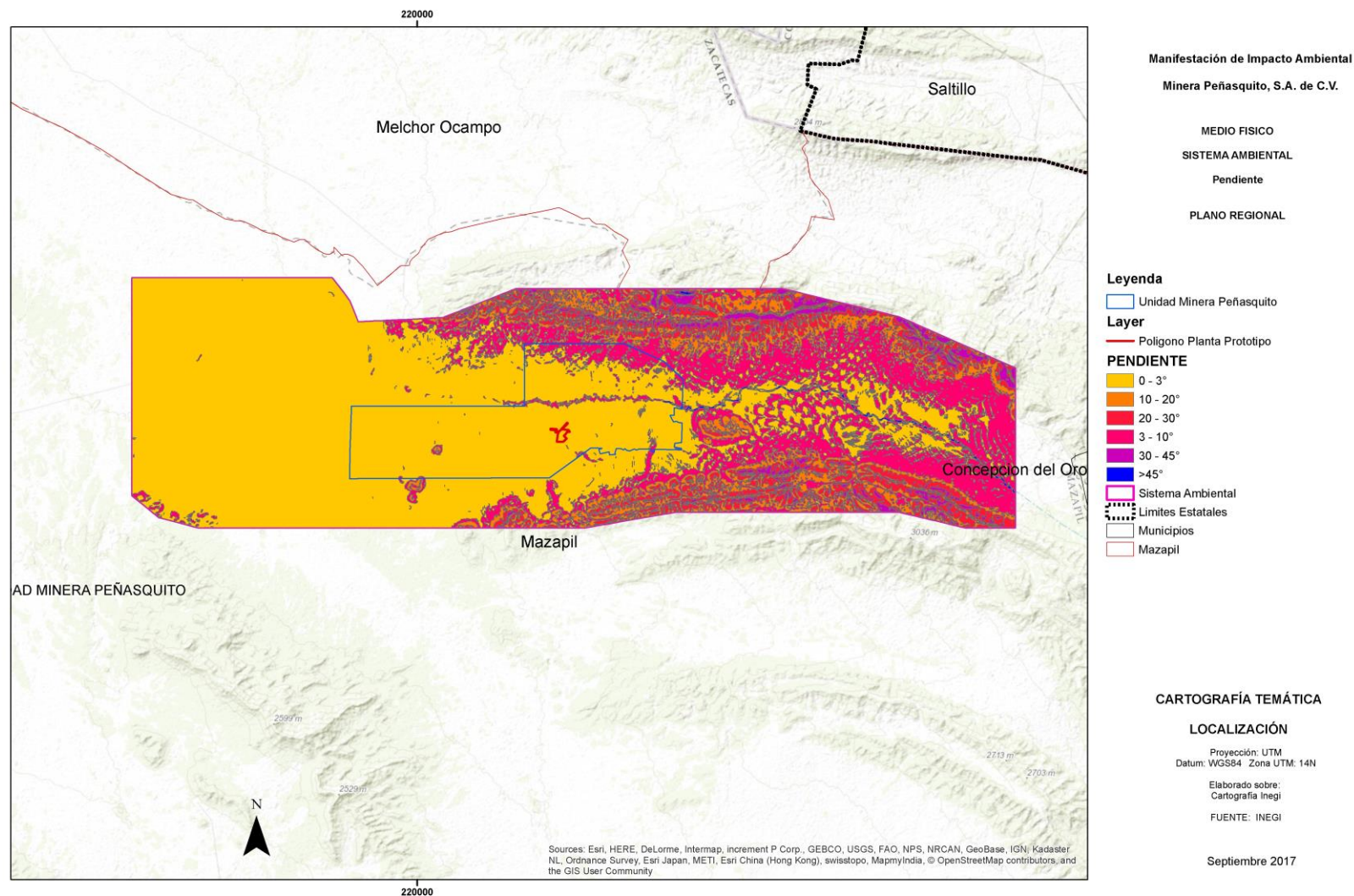


Figura IV.6. Pendientes presentes en el Sistema Ambiental definido para el Proyecto.

SUSCEPTIBILIDAD A RIESGOS

La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas; para establecer esta zonificación se utilizaron los catálogos de sismos de la República Mexicana desde inicios de siglo, el reporte de grandes sismos que aparecen en los registros históricos y los registros de aceleración del suelo de algunos de los grandes temblores ocurridos en este siglo. Estas zonas son un reflejo de qué tan frecuentes son los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo.

Basados en esta regionalización sísmica de la República Mexicana, publicada en el capítulo "Diseño por Sismo" del Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (2008), es posible determinar que el Proyecto se encuentra en la zona sísmica A, la cual es una zona con un peligro sísmico muy bajo (Fig. IV.7).

En la zona A no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10 % de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.

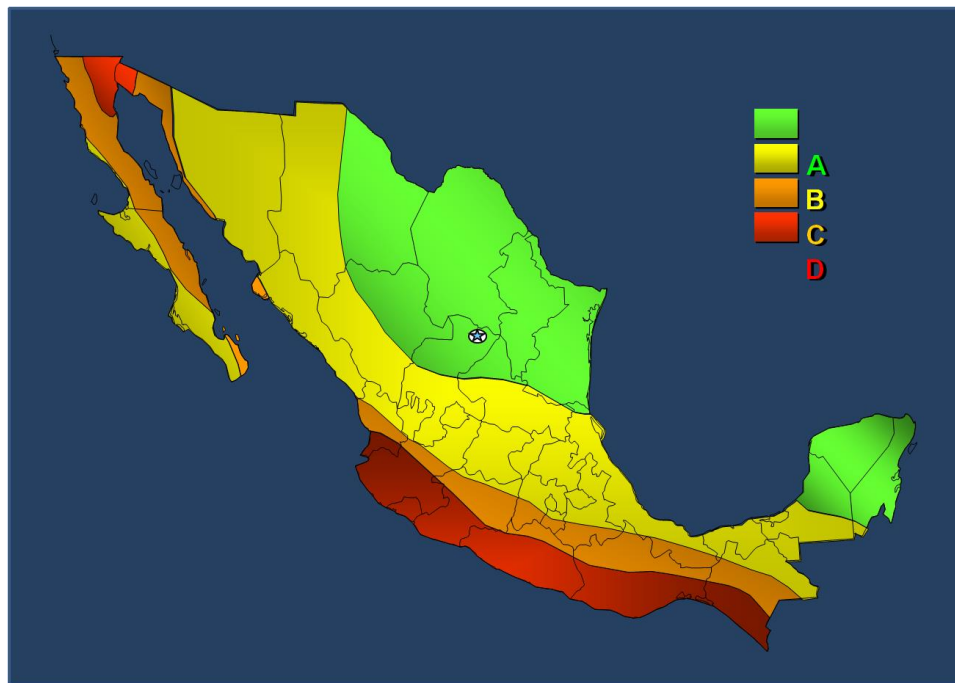


Figura IV.7. Regionalización sísmica de la República Mexicana. La estrella indica la ubicación aproximada del Sistema Ambiental definido para el Proyecto.

Empleando el visualizador de mapas de peligros del Centro Nacional de Prevención de Desastres, para el área del Proyecto no se registran riesgos geológicos (sismos, tsunamis, volcanes activos), ni tampoco riesgos químicos (derrames de sustancias tóxicas, sustancias

inflamables); en cuanto a riesgos hidrometeorológicos, se ha registrado un potencial de peligro por granizadas de baja intensidad, peligro por inundaciones medio y se tiene el registro de sequías históricas de 1970-1978 (CENAPRED 2011).

Teniendo en cuenta lo indicado, la zona del Proyecto no presenta potencial para la ocurrencia de colapsos, no tiene potencial para la generación de flujos y tampoco es susceptible a hundimientos y deslizamientos.

IV.2.1.4 SUELOS

En el Sistema Ambiental se presentan los tipos de suelo Rendzina (34.5 %), Litosol (23.04 %), Castañozem (20.47 %) y Xerosol (21.97 %).

Las Rendzinas son suelos someros y pedregosos, caracterizados por tener una capa superficial abundante en materia orgánica y muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal. Son suelos arcillosos y poco profundos, por debajo de los 25 cm. En el Sistema Ambiental se presentan con Litosol y Castañozem cálcico, ambos de textura media y una fase física petrocálcica (Figura IV.8).

Los Litosoles se caracterizan por su profundidad menor de 10 cm, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido. En el Sistema Ambiental están presentes con la Rendzina, el Feozem calcárico y el Regosol eútrico, los dos primeros con textura media y el último con textura fina (Figura IV.8).

Los Castañozem son suelos alcalinos, caracterizados por presentar una capa superior de color pardo o rojizo oscuro, rica en materia orgánica y nutrientes, con acumulación de caliche suelto o ligeramente cementado en el subsuelo. En el Sistema Ambiental se presenta el Castañozem cálcico con textura fina y el Castañozem cálcico con textura fina y fase química salina. Este último es el que prevalece en el área del Proyecto (Figura IV.8).

Los Xerosoles son suelos secos, con una capa superficial de color claro por el bajo contenido de materia orgánica. Debajo de esta capa puede haber un subsuelo rico en arcillas, o bien, muy semejante a la capa superficial. Muchas veces presenta manchas, aglomeraciones de cal, cristales de yeso o caliche con algún grado de dureza a cierta profundidad. En el Sistema Ambiental está presente el Xerosol gypsico y Xerosol cálcico con textura media y una fase física lítica profunda; el Xerosol cálcico, Xerosol gypsico y Regosol calcárico con textura media y fase física lítica; y el Xerosol cálcico con textura fina y una fase física salina (Figura IV.8)

De acuerdo con la carta de erosión del INEGI, escala 1:250, 000, el Sistema Ambiental solo presenta erosión hídrica. El 45.11 % de la superficie presenta erosión hídrica leve. De esta,

el 19.61 % es laminar, el 17.29 % laminar y en cárcavas, el 7.41 % laminar y en surcos, y el 0.8 % en cárcavas y laminar (Figura IV.9).

El 26.90 % de la superficie presenta erosión hídrica moderada (HL2). De esta, el 19.05 % es laminar, el 7.20 % laminar con surcos leve, y el 0.64 % laminar y en surcos. El área del Proyecto presenta erosión hídrica moderada laminar (Figura IV.9).

El 8.3 % de la superficie presenta erosión hídrica fuerte, laminar y en cárcavas leve. Este tipo de erosión se distribuye principalmente en al este del Sistema Ambiental, en las proximidades de Mazapil. El 19.6 % de la superficie no presenta erosión hídrica (Figura IV.9).

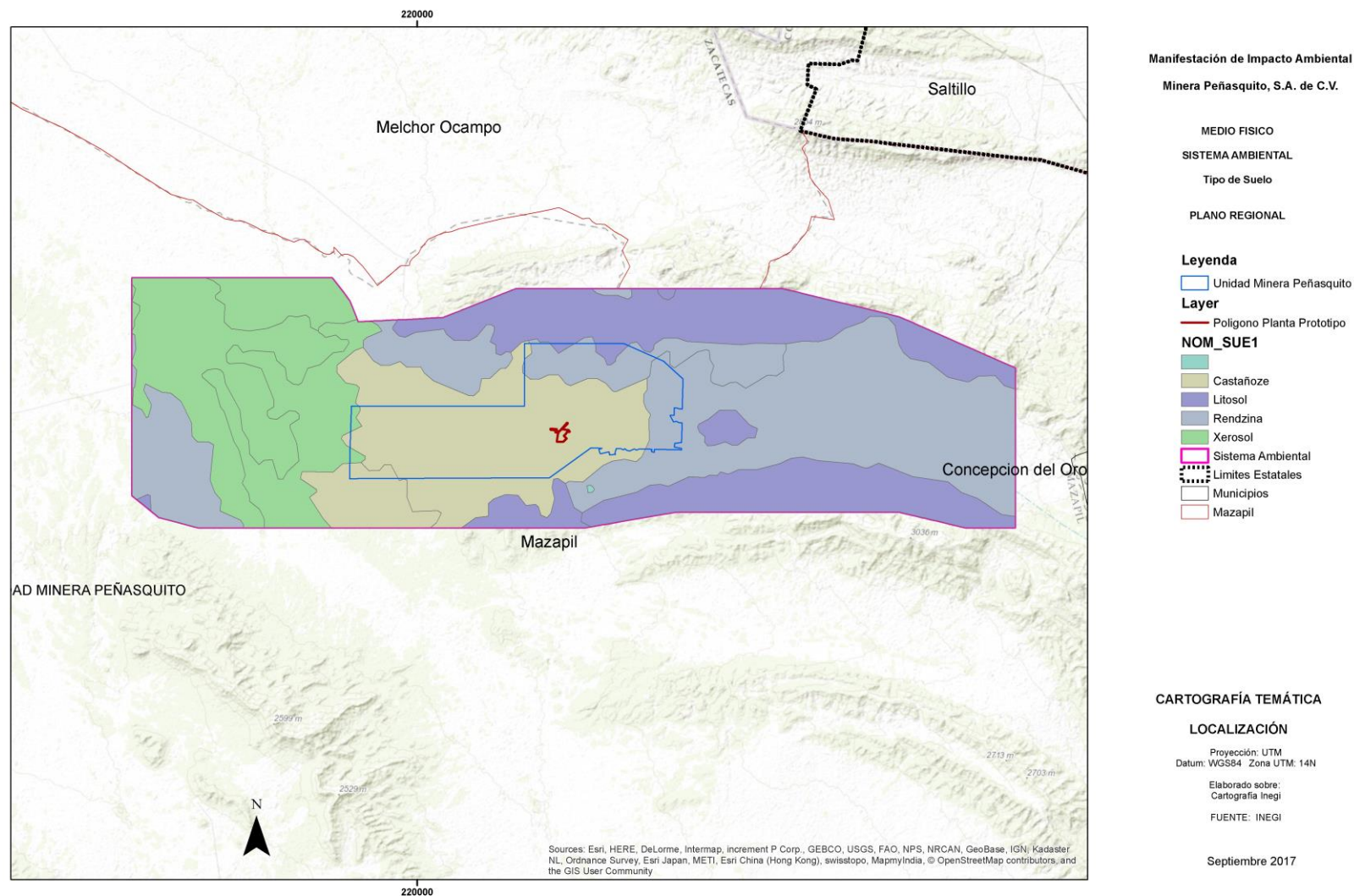


Figura IV.8. Suelos presentes en el Sistema Ambiental definido para el Proyecto.

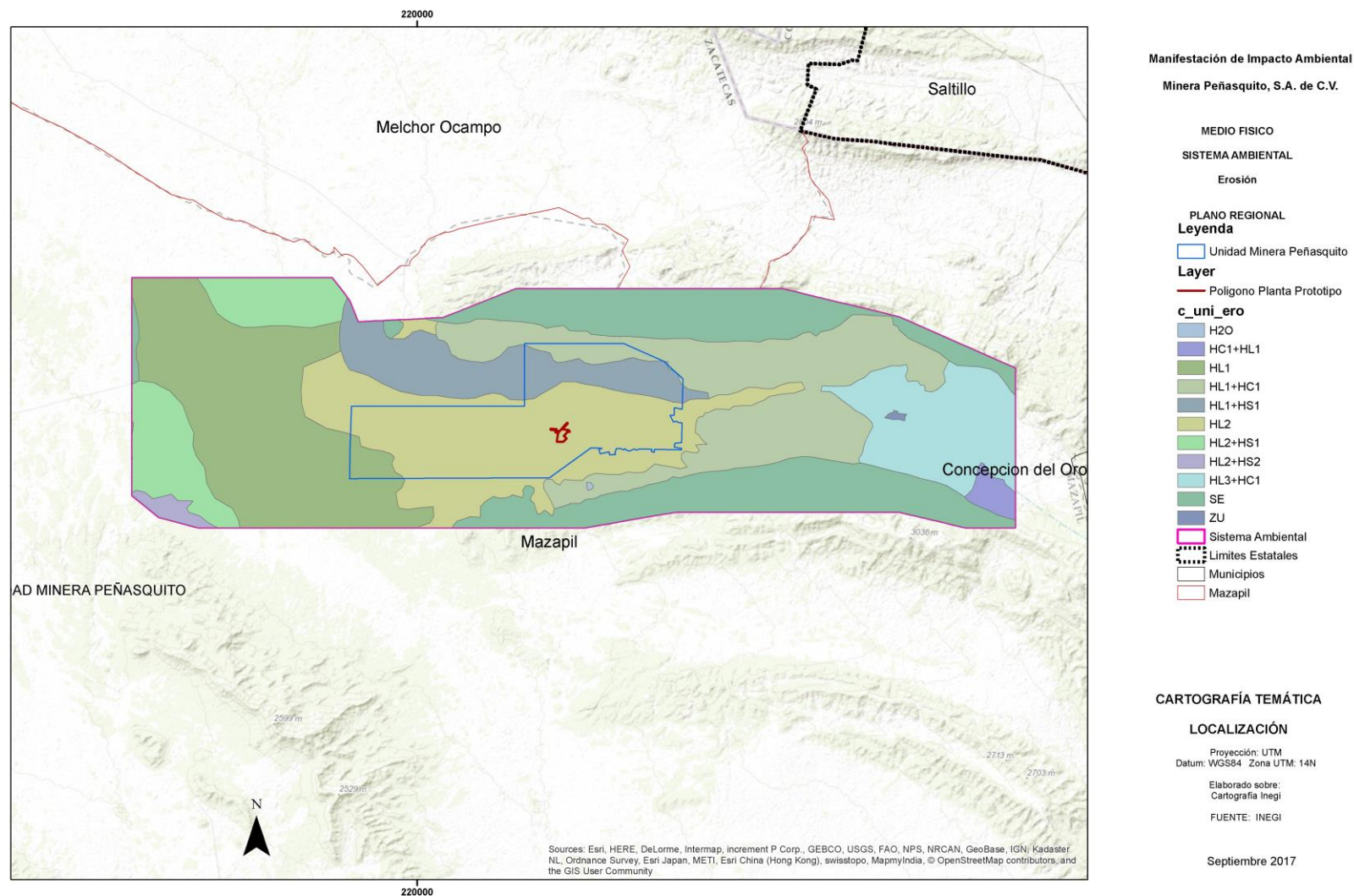


Figura IV.9. Tipo de erosión presente en el Sistema Ambiental definido para el Proyecto.

IV.2.1.5 HIDROLOGÍA

HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

En el año 2005, la Comisión Nacional del Agua dividió la República Mexicana en 13 regiones hidrológicas administrativas, las cuales están definidas de acuerdo con criterios hidrológicos y geológicos. Dichas regiones están constituidas por una o varias cuencas hidrológicas.

Las cuencas se agrupan con base en los rasgos orográficos e hidrográficos que presentan, distinguiendo así a cada región hidrológica por su relieve y escurrimientos y agrupando a aquéllas que presentan características similares.

El estado de Zacatecas está conformado por cuatro regiones hidrológicas (RH):

- RH 11 Ríos Presidio-San Pedro en la parte centro-oeste.
- RH 12 Lerma-Santiago en el sur y suroeste del estado.
- RH 36 Ríos Nazas-Aguanaval en la parte norte y noreste del estado.
- RH 37 El Salado en la porción noreste, centro-este y sureste.

Los principales ríos con los que cuenta la entidad son el Aguanaval; los ríos Juchipila y Jerez en la región de los cañones; y el Río Valparaíso al sureste del estado.

Zacatecas no cuenta con lagos naturales, sólo dispone de pequeñas lagunas temporales en épocas de lluvias y más de 25 presas distribuidas en distintos municipios de la entidad.

El Sistema Ambiental se encuentra dentro de la RH 36 Ríos Nazas-Aguanaval (Figura IV.10), y está vinculado con el sistema ambiental regional del Acuífero Cedros, que se extiende en la parte norte del estado de Zacatecas con 5,211.300 km² de superficie, siendo uno de las más grandes del estado. Este acuífero forma parte de la cuenca del río Nazas-Aguanaval, cuyas descargas superficiales y subterráneas confluyen hacia el norte dentro del estado de Coahuila.

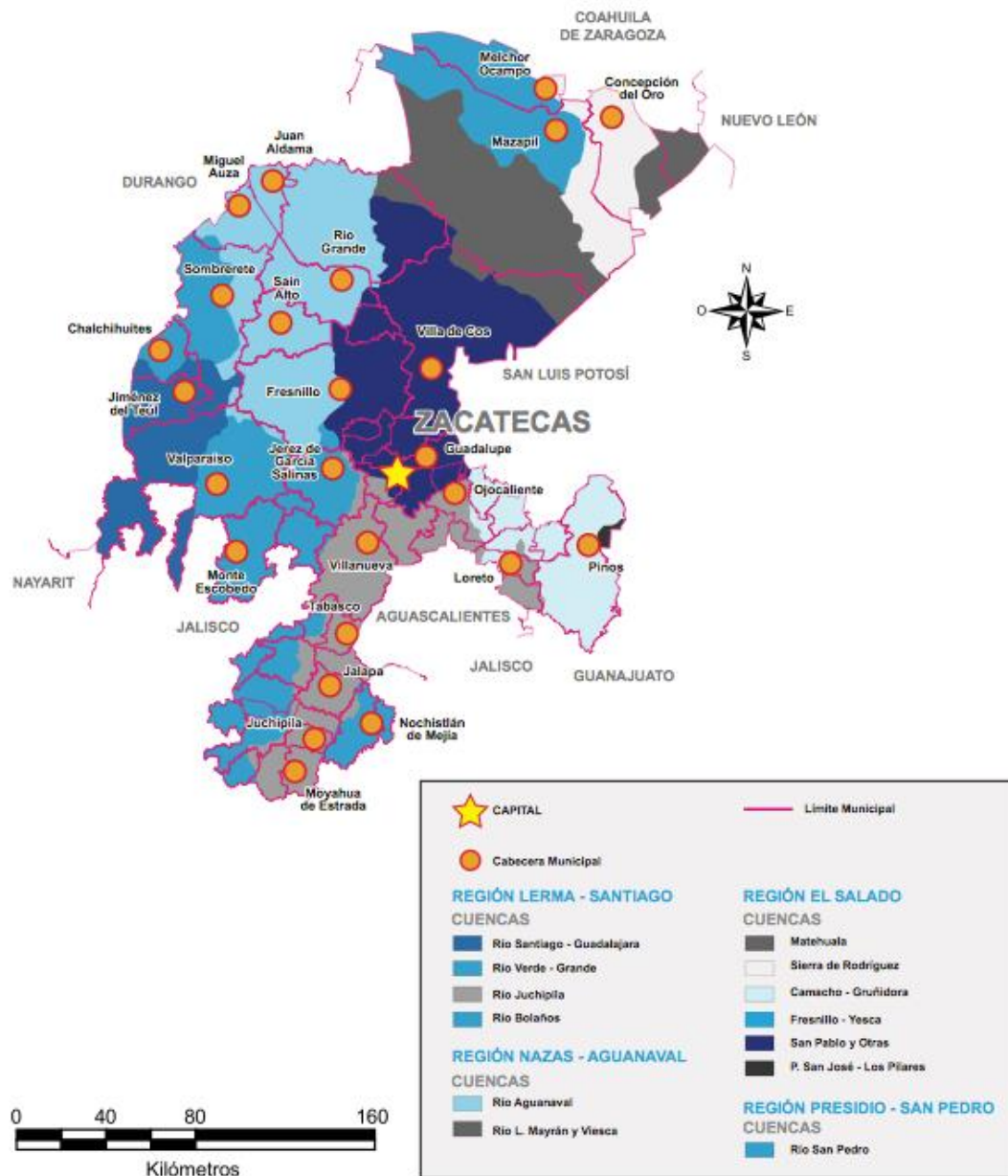


Figura IV.10. Regiones hidrológicas en el estado de Zacatecas, el Sistema Ambiental pertenece a la Región Nazas-Agua Naval. Fuente: Herrera Toledo, Cesar. 2012. Análisis del uso y manejo de los recursos hídricos en el estado de Zacatecas.

Los escurrimientos sólo se presentan en los períodos de lluvias y son de corta duración, con amplitudes de cauce variables que dependen de los volúmenes de lluvia precipitados. Por la textura arenosa del suelo, su curso desaparece de 3 a 5 horas después de concluir las lluvias; los almacenamientos de agua son bajos y apenas cumplen con las necesidades pecuarias básicas de la región.

El coeficiente de escurrimiento en el 82.74 % de la superficie del Sistema Ambiental va del 0 al 5 %; este coeficiente de escurrimiento es el que se presenta en la superficie del Proyecto (Figura IV.11).

El 11.55 % de la superficie del Sistema Ambiental presenta un coeficiente de escurrimiento de 5 al 10 %, mientras que el 5.71 % restante presenta un coeficiente de escurrimiento del 10 al 20 %. Estos coeficientes de escurrimiento se presentan en pendientes mayores a los 10 °, en las partes altas de las serranías (Figura IV.11).

Las corrientes superficiales más importantes son los arroyos Los Barriales y El Buey, que se unen al Arroyo Grande. Debido a la escasez de agua superficial en los últimos años, en el valle de Cedros se ha intensificado la perforación y rehabilitación de pozos agrícolas, con la finalidad de cubrir los volúmenes requeridos para los cultivos del valle.

La poca precipitación y el flujo resultante de la esorrentía, limita el aporte hidrológico superficial de la microcuenca del Arroyo Grande al sistema. Cuando este aporte se presenta el agua es aprovechada dentro del Valle mediante su canalización hacia represas, por tal motivo el caudal del Arroyo Grande rara vez lleva agua.

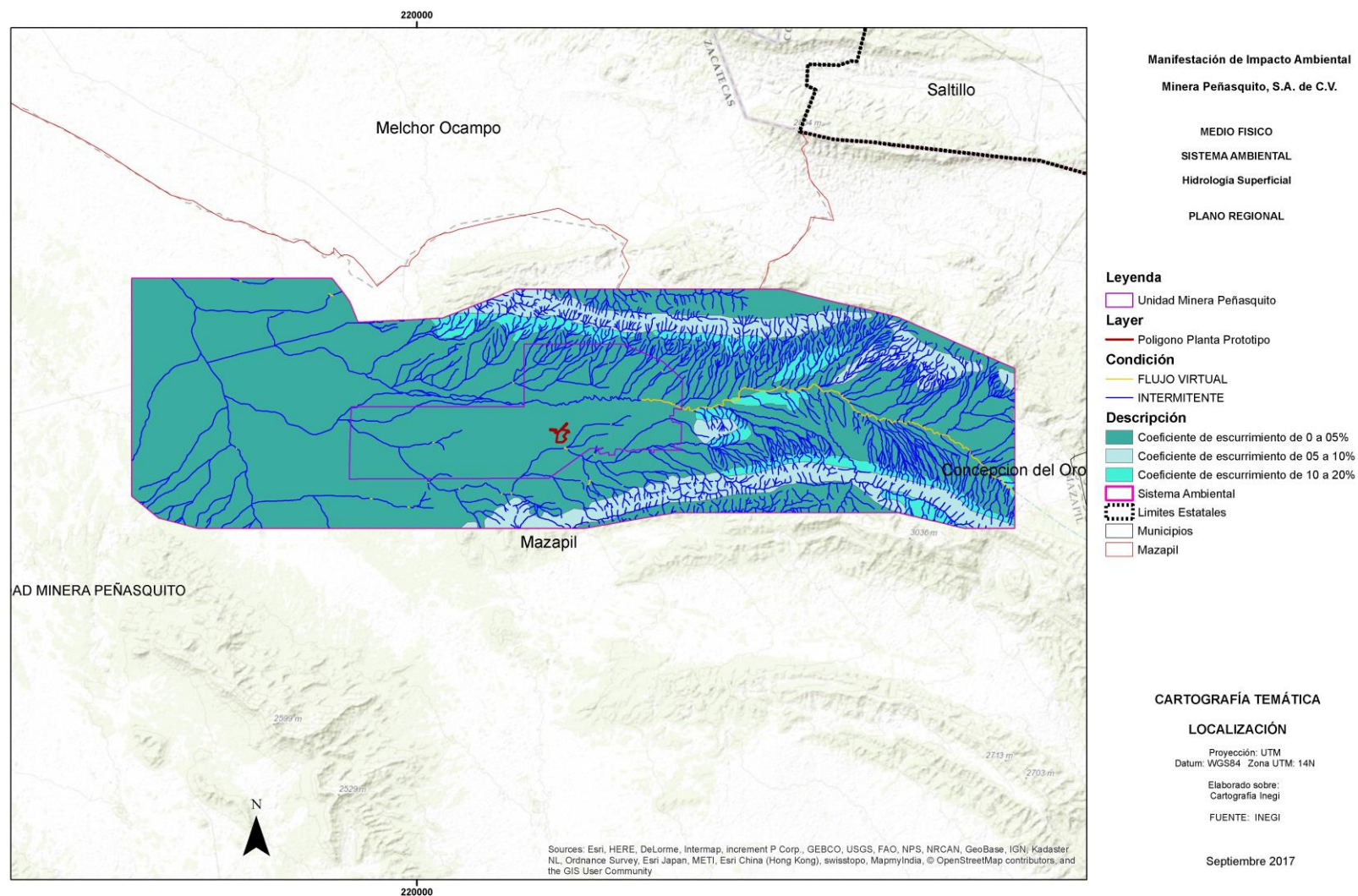


Figura IV.11. Coeficientes de escurrimiento presentes en el Sistema Ambiental definido para el Proyecto.

HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

El Sistema Ambiental está vinculado con el Acuífero Cedros, que se extiende en la parte norte del estado de Zacatecas con 5,211.30 km², siendo uno de las más grandes del estado. Este acuífero forma parte de la cuenca del Río Nazas-Aguanaval, cuyas descargas superficiales y subterráneas confluyen hacia el norte dentro del estado de Coahuila.

El Acuífero Cedros, está situado en los municipios de Mazapil y Melchor Ocampo; la porción que se encuentra en Mazapil está definida por la microcuenca del Arroyo Grande, entre los paralelos 24°35'-25°45' latitud norte y entre los meridianos 101°45'-106°10' longitud oeste.

Los suelos arenosos de la zona permiten la rápida infiltración de agua de lluvia, pero las temperaturas y el viento provocan una rápida evaporación del agua en los primeros centímetros del suelo, por lo que la zona de influencia del Proyecto está catalogada por la Comisión Nacional de Agua como de disponibilidad escasa; no obstante, se han realizado estudios detallados de la zona y actualmente se cuenta con un importante base de datos e información que han permitido sustentar los estudios de disponibilidad de agua subterránea, dando así certidumbre técnica y jurídica a las concesiones otorgadas para el aprovechamiento que actualmente realiza la Unidad Minera.

La clasificación de las unidades geohidrológicas en el Sistema Ambiental y su posibilidad para contener agua muestra que el 52.83 % de la superficie presenta material no consolidado con posibilidades altas de contener agua; esta unidad se presenta en el área del Proyecto (Figura IV.12).

El 23.96 % de la superficie presenta material consolidado con posibilidades bajas, distribuido principalmente en las partes altas de las serranías. El 15.97 % presenta material consolidado con posibilidades bajas, distribuido principalmente en las partes bajas de las serranías. El 7.24 % de la superficie restante presenta material no consolidado con posibilidades medias, distribuido principalmente en la parte este del valle (Figura IV.12).

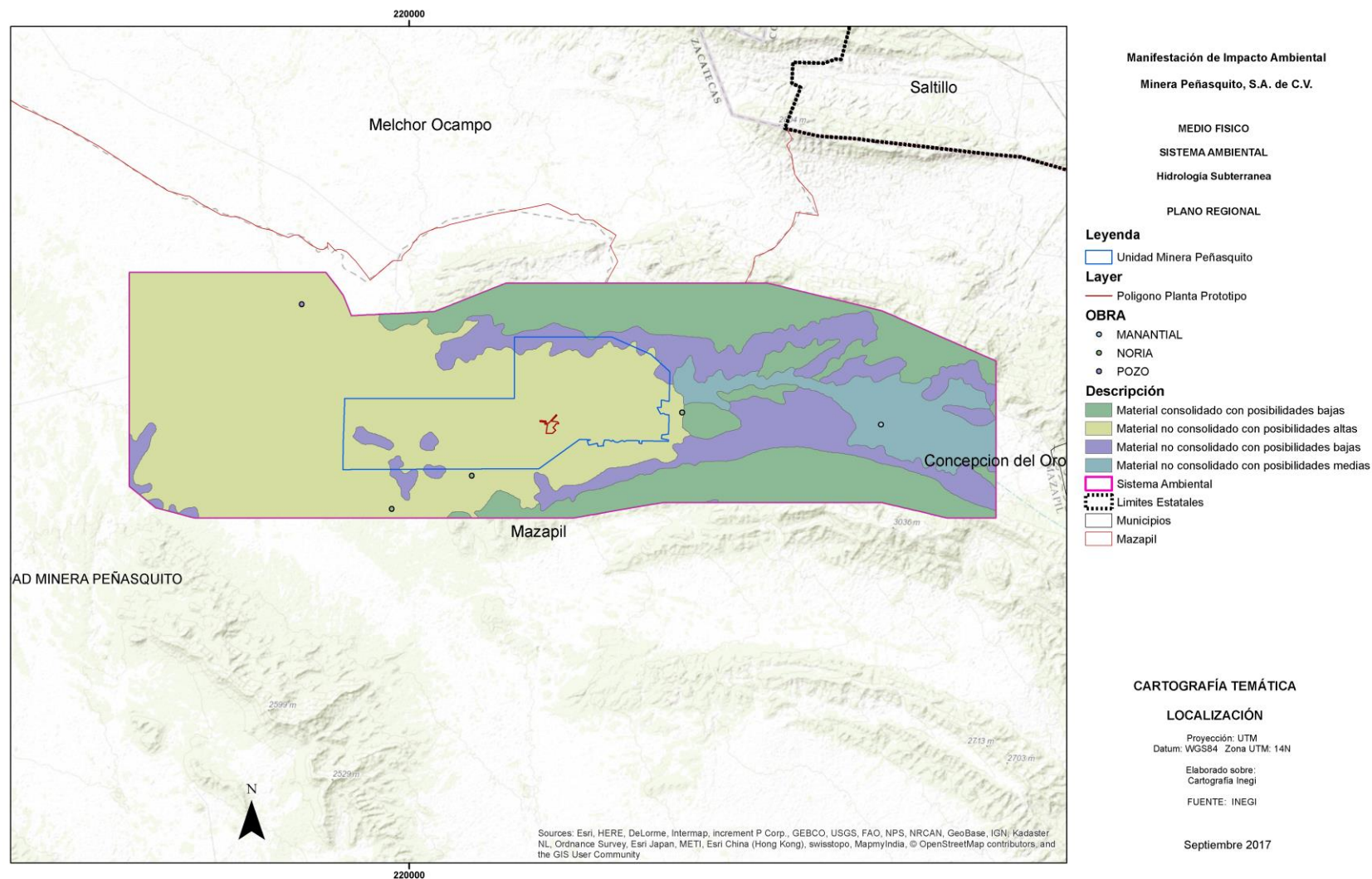


Figura IV.12. Unidades geohidrológicas y su posibilidad de contener agua en el Sistema Ambiental.

IV.2.2 MEDIO BIÓTICO

IV.2.2.1 VEGETACIÓN EN EL SISTEMA AMBIENTAL

La vegetación en el Sistema Ambiental pertenece a la flora del Valle de Mazapil, dentro del reino Neotropical, donde se incluyen las regiones del país con clima caliente y seco, y semiseco: la Región Xerofítica Mexicana, caracterizada por su clima árido y semiárido; y la Provincia de la Altiplanicie, que se extiende desde Chihuahua y Coahuila hasta Jalisco, Michoacán, Estado de México, Tlaxcala y Puebla, siendo la más extensa de las reconocidas en México.

La Provincia de la Altiplanicie presenta un considerable número de especies endémicas y su abundancia es favorecida por la diversidad de sus sustratos geológicos. El número de géneros restringidos a esta provincia es de 16 si se toman en cuenta sólo las plantas leñosas, destacando los géneros *Ariocarpus*, *Eutetras*, *Grusonia*, *Lophophora*, *Sartwellia* y *Sericodes*.

En una escala más regional, el Valle de Mazapil se encuentra dentro del Desierto Chihuahuense, que destaca como la región árida y semiárida del norte de México con mayor riqueza florística. De acuerdo con Balleza y Villaseñor (2011), la zona en la que se encuentra el Valle de Mazapil es una de las que más se distingue por su riqueza de especies pertenecientes a la familia Asteraceae (67 especies), de las cuales 22 son endémicas del país, nueve son endémicas del Desierto Chihuahuense y dos son restringidas al mismo.

En la superficie del Sistema Ambiental prevalece el matorral desértico, presente en el 74.44 % de su superficie. De ésta, el 34 % pertenece a matorral micrófilo, el 20.09% a matorral rosetófilo, el 10.12 % a vegetación secundaria arbustiva de matorral rosetófilo, y el 10.08 % a vegetación secundaria arbustiva de matorral micrófilo. Esta última es el único tipo de vegetación que será afectado por el Proyecto (Figura IV.13); cabe señalar que se sigue considerando este tipo de vegetación debido a que no hay infraestructura minera en el sitio, sin embargo, el Proyecto está inmerso en el área de uso minero correspondiente con la UMP.

En el resto de la superficie del Sistema Ambiental, el 12.09 % corresponde a bosque de pino, el 6.17 % a agricultura de temporal anual, el 0.93 % a agricultura de riego, el 0.25 % a pastizal natural y el 6.12 % a superficie desprovista de vegetación (Figura IV.13).

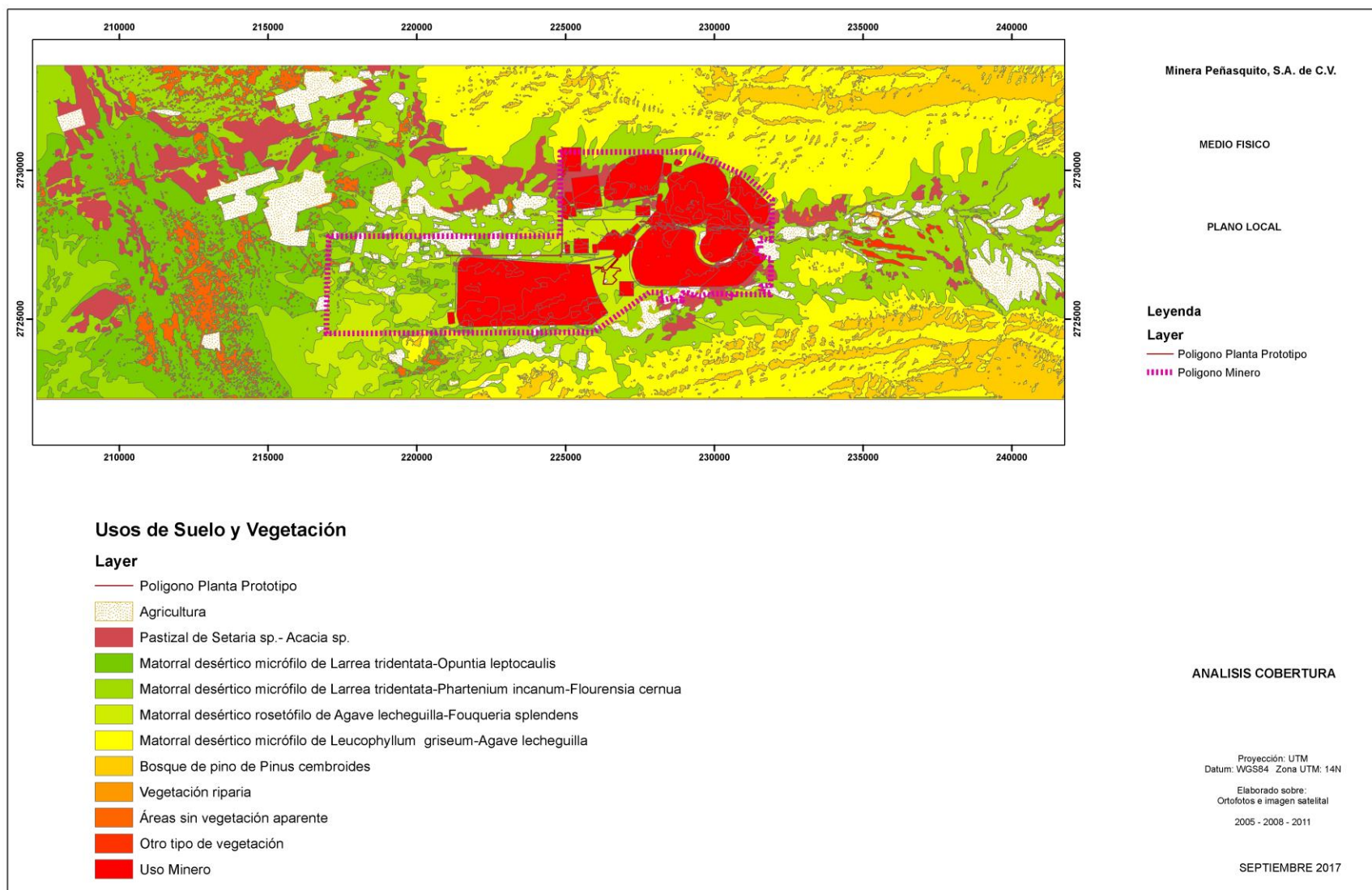


Figura IV.13. Tipos de Vegetación presentes en el Sistema Ambiental.

El matorral desértico del SA está caracterizado por un número considerable de formas biológicas que constituyen modos de adaptación para afrontar la aridez. Como lo describe Rzedowski (1978), son notables los diferentes tipos de plantas suculentas, los de hojas arrosetadas, los de plantas áfilas, los tipos gregarios o coloniales, los provistos de tomento blanco, etc. La microfilia y la presencia de espinas son caracteres comunes, al igual que la pérdida de las hojas durante la época desfavorable. Sin embargo, existen numerosas especies que carecen de adaptaciones morfológicas muy conspicuas en relación con la sequía, tal es el caso de *Larrea tridentata* (gobernadora), que puede vivir en las condiciones de aridez más extremas sin ser suculenta, ni presentar espinas, ni tomento y siendo además perennifolia (Rzedowski, 1978).

En cuanto a la composición florística, la familia Asteraceae y Cactaceae están representadas por una gran diversidad de especies. Se observa también una amplia participación de monocotiledóneas de familias diversas; así, por ejemplo, algunas especies de *Agave* pueden ser dominantes para este tipo de vegetación (Rzedowski, 1978).

La cobertura de plantas leñosas es muy baja y el suelo entre los arbustos se encuentre desnudo durante la mayor parte del año. Sin embargo, también existen comunidades con una carpeta más o menos continua de plantas herbáceas, que persiste durante la temporada seca. La altura del matorral desértico en el sistema ambiental varía de 0.5 m a 4 m, con eminencias aisladas que llegan hasta 10 m de alto, como es el caso de algunas especies de *Yucca* (Rzedowski, 1978).

Dentro del matorral desértico del Sistema Ambiental se reconocen tres tipos principales: el matorral micrófilo, de suelos de aluvión; el matorral rosetófilo, en rocas calizas y terrenos de buen drenaje; y el matorral crassicaule, ligado a rocas y suelos de naturaleza ígnea (Rzedowski, 1978; Granados-Sánchez, *et al.*, 2011).

En el SA se distinguen las asociaciones vegetales de matorral desértico micrófilo de *Larrea tridentata* y el matorral desértico rosetófilo de *Agave lecheguilla*.

El matorral desértico micrófilo de *Larrea tridentata*, está dominado por esta especie y por *Flourensia cernua*. Se caracteriza por la dominancia de especies arbustivas de hojas pequeñas, no siempre espinosas y por plantas crasas, efímeras. Son siempre verdes, aunque el color del follaje se vuelve amarillento durante la época de mayor sequía.

Existen también otras especies asociadas a este matorral; destacan el ocotillo, *Fouquieria splendens*; arbustos bajos como *Parthenium incanum*, *Jatropha dioica* y *Koeberlinia spinosa*; y arbustos espinosos, como especies del género *Prosopis*, *Mimosa* y *Acacia*, entre

otras. Así como *Agave scabra*, *Agave lecheguilla*, *Dalea bicolor*, *Yucca carnerosana* y *Y. filifera*. La riqueza y abundancia de cactáceas es alta; destacan, entre otras: *Cylindropuntia imbricata*, *C. leptocaulis*, *C. tunicata*, *Echinocactus platyacanthus*, *Echinocereus stramineus*, *Ferocactus hamantacanthus*, *F. pilosus*, *Lophophora williamsii*, *Mammillaria heyderi*, *Neolloydea conoidea*, *Opuntia microdasys* y *O. rastrera*. Rzedowski (1965, 1978) y Marroquín *et al.* (1981) reconocen estas asociaciones como comunes.

El matorral desértico rosetófilo de *Agave lecheguilla* es dominado por esta especie. Se caracteriza por la abundancia de individuos de especies con hojas gruesas y alargadas, a veces espinosas, dispuestas en roseta, y de especies con hojas inermes pero fibrosas, también dispuestas en roseta. Suele presentarse uno o dos estratos arbustivos, con la presencia de especies como *Dasylirion cedrosanum*, *Agave scabra*, *Jatropha dioica*, *Euphorbia antisiphilitica*, *Ephedra antisiphilitica*, *Yucca carnerosana*, *Y. filifera*, entre otras. La familia Cactaceae está representada por especies como *Ariocarpus retusus*, *Cylindropuntia imbricata*, *C. leptocaulis*, *C. tunicata*, *Echinocereus stramineus*, *Mammillaria heyderi*, *Neolloydea conoidea*, *Opuntia microdasys* y *O. rastrera*. Rzedowski (1965, 1978) y Marroquín *et al.* (1981) reconocen estas asociaciones como comunes.

En las partes por arriba de los 2,250 msnm, el ecotono del matorral desértico con el bosque piñonero también presenta elementos de *Pinus cembroides*, *P. pinceana* y del género *Juniperus*.

ESTRUCTURA DEL MATORRAL DESÉRTICO EN EL SISTEMA AMBIENTAL

Para conocer la estructura del matorral desértico en el Sistema Ambiental se han realizado una serie de muestreos de tipo sistemático, el más reciente consistió en 40 unidades de muestreo circulares, con radio de 12.6 m y superficie de 500 m², distribuidas en las cuatro direcciones cardinales alrededor de la UMP, próximas a las comunidades de Nuevo Peñasco, Palmas grandes, Los Charcos, Las Mesas y Cerro Gordo. En esta área fueron muestreados todos los elementos del estrato arbóreo con un diámetro normalizado (DN) mayor a 10 cm. En un círculo concéntrico con radio de 5.6 m, y con una superficie de 100 m², fueron muestreados todos los arbustos y elementos de las familias Agavaceae y Cactaceae. En un cuadro central, con superficie de 1 m², fueron muestreadas las herbáceas y plántulas presentes en ese momento.

El listado florístico, fue complementado con las especies que no estuvieron presentes en las áreas de muestreo, pero que fueron registradas en las caminatas en extenso que se realizaron en el Sistema Ambiental.

Para el estrato arbóreo se tomaron las variables de DN, altura total y cobertura mayor y su perpendicular. Para el estrato arbustivo las variables de diámetro basal (DB), altura total

y cobertura mayor y su perpendicular. Para los elementos de la familia Agavaceae y Cactaceae las variables de altura total, cobertura mayor y su perpendicular, y DB cuando era posible. Para el estrato herbáceo fue tomada la cobertura en porcentaje y para las plántulas su altura total.

A partir de estos datos, se estimó el valor de importancia y el índice de biodiversidad por cada especie por estrato. El valor de importancia fue calculado a partir de la dominancia (calculada con la cobertura), la abundancia y la frecuencia.

Para establecer las especies bajo en alguna categoría de protección, se consultó la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

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.

Los resultados obtenidos muestran que en el matorral desértico del SA se tiene el registro de 82 especies, pertenecientes a 61 géneros y 25 familias (Tabla IV.3).

Tabla IV.3. Riqueza de especies vegetales en el Sistema Ambiental. Forma de Vida: A, Arbórea; Ar m, Arbustiva micrófila; Ar r, Arbustiva rosetófila H, Herbácea. NOM-059-SEMARNAT-2010: Pr, Protección especial; P, Peligro de extinción.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	Usos	NOM-059 SEMARNAT 2010
Adiantaceae	<i>Cheilanthes sinuata</i>	Helecho del desierto	H	Ornato	
	<i>Agave lecheguilla</i>	Lechuguilla	Ar r	Industrial	
	<i>Agave scabra</i>	Maguey bronco	Ar r	Industrial	
Asparagaceae	<i>Dasyllirion cedrosanum</i>	Sotol	Ar r	Industrial	
	<i>Nolina microcarpa</i>	Cortadillo	Ar r	Fibras	
	<i>Yucca carnerosana</i>	Palma samandoca	A	Jarcieria	
	<i>Yucca filifera</i>	Palma china	A	Industrial	
	<i>Bahia absinthifolia</i>	Desert bahia	H	-	
	<i>Chrysactinia mexicana</i>	San Nicolás	Ar m	Medicinal	
	<i>Dicranocarpus parviflorus</i>	-	Ar m	-	
	<i>Dyssodia thurberi</i>	-	Ar m	-	
	<i>Erigeron uniflorus</i>	-	H	-	
	<i>Flourensia cernua</i>	Hojasén	Ar m	Medicinal	
	<i>Gimnosperma glutinosum</i>	Jarilla	H	-	
Asteraceae	<i>Haplopappus spinulosus</i>	-	H	-	
	<i>Machaeranthera pinnatifida</i>	-	Ar m	-	
	<i>Packera candidissima</i>	Chucaca	H	Medicinal	
	<i>Parthenium incanum</i>	Mariola	Ar m	Medicinal	
	<i>Senecio scaposus</i>	-	H	-	
	<i>Senecio serpens</i>	-	H	-	
	<i>Senecio sp.</i>	-	H	-	
Berberidaceae	<i>Mahonia trifoliata</i>	Agrito	Ar m	Medicinal	
	<i>Ancistrocactus scheeri</i>	Biznaga flor amarilla	C	Ornato	
	<i>Ariocarpus retusus</i>	Chaute	C	Ornato	Pr
	<i>Coryphantha delicata</i>	B. partida de Jaumave	C	Ornato	Pr
Cactaceae	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardenche	C	Medicinal	
	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	Tasajillo	C	Comestible	
	<i>Cylindropuntia tunicata</i>	Clavelina	C	Forraje	

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	Usos	NOM-059 SEMARNAT 2010
	<i>Echinocactus horzonthalonius</i>	Meloncillo	C	Ornato	
	<i>Echinocactus platyacanthus</i>	Biznaga burra	C	Ornato	Pr
	<i>Echinocereus cinerascens</i>	Alicoche cocuá	C	Ornamental	
	<i>Echinocereus pectinatus</i>	Biznaga arco iris	C	Ornato	
	<i>Echinocereus reichenbachii</i>	Biznaga	C	Ornato	
	<i>Echinocereus stramineus</i>	Alicoche	C	Ornamental	
	<i>Ferocactus hamatacanthus</i>	Biznaga vaca	C	Ornamental	
	<i>Ferocactus pilosus</i>	Biznaga cabuche	C	Ornato	Pr
	<i>Lophophora williamsii</i>	Peyote	C	Comestible	Pr
	<i>Mammillaria chionocephala</i>	Biznaga	C	Ornato	
	<i>Mammillaria heyderi</i>	Biznaga de chilitos	C	Comestible	
	<i>Mammillaria potsii</i>	Biznaga	C	Ornato	
	<i>Neolloydia conoidea</i>	Biznaga	C	Ornato	
	<i>Opuntia microdasys</i>	Nopal cegador	C	Forraje	
	<i>Opuntia rastrera</i>	Nopal rastrero	C	Forraje	
	<i>Opuntia stenopetala</i>	Nopal serrano	C	Comestible	
	<i>Thelocactus bicolor</i>	Biznaga	C	Ornato	
Celastraceae	<i>Mortonia palmeri</i>	Afinador	Ar m	-	
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium album</i>	Hierba hedionda	H	-	
Cupressaceae	<i>Juniperus deppeana</i>	Tascate, cedro	Ar m	Madera	
Ephedraceae	<i>Ephedra antisyphilitica</i>	Pitamo real	Ar m	Medicinal	
	<i>Ephedra compacta</i>	Pito real	Ar m	-	
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia antisyphilitica</i>	Candelilla	Ar m	Industrial	
	<i>Jatropha dioica</i>	Sangre de drago	Ar m	Medicinal	
	<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	Ar m	Comestible	
	<i>Acacia constricta</i>	Huizache	Ar m	Forraje	
Fabaceae	<i>Dalea bicolor</i>	Engorda cabra	Ar m	Forraje	
	<i>Dalea capitata</i>	-	Ar m	Forraje	
	<i>Mimosa zygophylla</i>	Uña de gato	H	Forraje	
	<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	Ar m	Leña	
Fouquieriaceae	<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	Ar m	Combustible	
Koeberliniaceae	<i>Koeberlinia spinosa</i>	Junco	Ar m	-	
Orobanchaceae	<i>Castilleja integra</i>	Brochita india	H	-	
	<i>Orobanche ludoviciana</i>	Flor de tierra	H	-	
Pinaceae	<i>Pinus cembroides</i>	Pino piñonero	A	Comestible	
	<i>Pinus pinceana</i>	Pino llorón	A	Madera	P
	<i>Aristida adsencionis</i>	Pasto tres barbas	H	Forraje	
Poaceae	<i>Bouteloua gracilis</i>	Grama navajita	H	Forraje	
	<i>Bouteloua hirsuta</i>	Grama	H	Forraje	
	<i>Eragrostis mexicana</i>	Zacate de agua	H	Forraje	
	<i>Muhlenbergia sp.</i>	Pasto lanudo	H	Forraje	
	<i>Muhlenbergia tenuifolia</i>	Zacatillo	H	Forraje	
Portulacaceae	<i>Talinum paliculatum</i>	-	H	Medicinal	
Pteridaceae	<i>Notholaena sp.</i>	Helecho	H	Medicinal	
Rosaceae	<i>Cowania plicata</i>	Rosa de castilla	Ar m	Fungicida	
	<i>Ledleya mespiloides</i>	Palo de rosas	Ar m	Madera	
Rubiaceae	<i>Hedyotis rubra</i>	Parraleña	H	-	
Rutaceae	<i>Helietta parviflora</i>	Barreta	A	-	
Scrophulariaceae	<i>Buddleja marrubiiifolia</i>	Azafrán	Ar m	-	
	<i>Leucophyllum frutescens</i>	-	Ar m	Medicinal	
Solanaceae	<i>Lycium berlandieri</i>	Mora	Ar m	Comestible	
	<i>Nicotiana glauca</i>	Gigante	A	-	
Xanthorrhoeaceae	<i>Asphodelus fistulosus</i>	-	H	-	
Zygophyllaceae	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	No	Industrial	

Cabe resaltar que algunas especies –como las de la Familia Pinaceae- se encontraron como elementos aislados dentro del matorral desértico, en una zona de transición (ecotono) con bosque de coníferas, ubicado en las zonas más altas del Sistema Ambiental.

Las familias mejor representadas fueron Cactaceae con 23 especies, Asteraceae con 14, Asparagaceae con siete y Fabaceae y Poaceae con seis especies cada una (Figura IV.14).

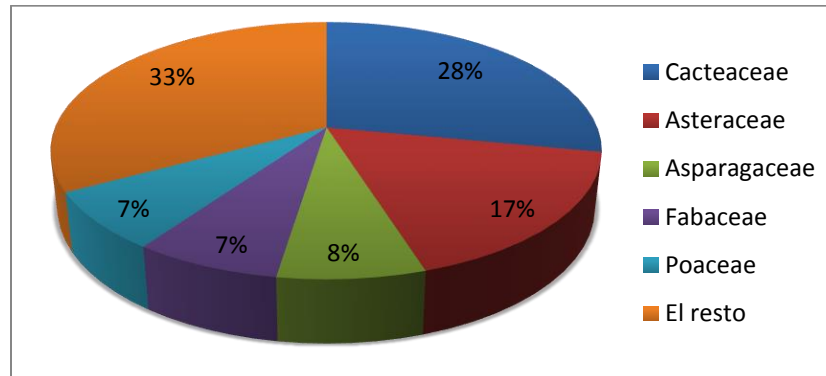


Figura IV.14. Porcentaje de especies de flora por familia presentes en el Sistema Ambiental.

El estrato arbóreo del matorral desértico del SA está representado por *Yucca carnerosana* y *Y. filifera*, con algunos elementos del género *Pinus* en el ecotono con el bosque de coníferas. La densidad en este estrato fue de 19 individuos por hectárea. El 24 % de los elementos presentó una categoría diamétrica que va de los 10 a los 25 cm; el 24 % una categoría diamétrica que de 25 a 35 cm; y el 52 % una categoría diamétrica mayor a los 35 cm (Figura IV.15).

Los elementos del estrato arbóreo presentaron una altura superior a 1.5 m y hasta los 14 m. El 45 % presenta alturas por debajo de los 5 m, el 42 % alturas que van de los 5 a los 10 m, el 13 % restante presenta alturas mayores a los 10 m (Figura IV.16). En este estrato, *Yucca carnerosana* presentó un mayor valor de importancia relativa, tomando en cuenta su dominancia, frecuencia y abundancia relativas (Tabla IV.4).

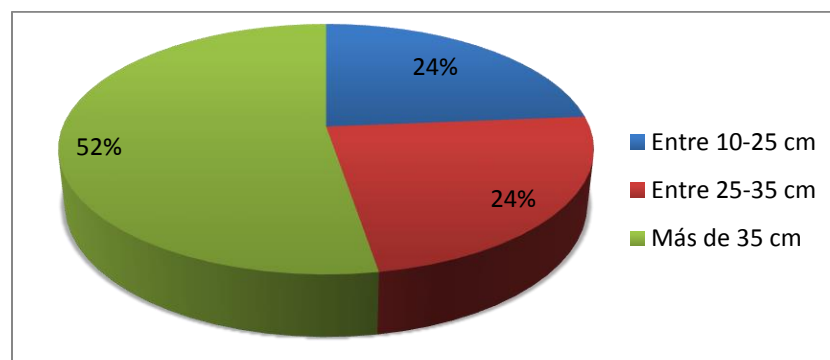


Figura IV.15. Categorización diamétrica de los elementos del estrato arbóreo presentes en el Sistema Ambiental.

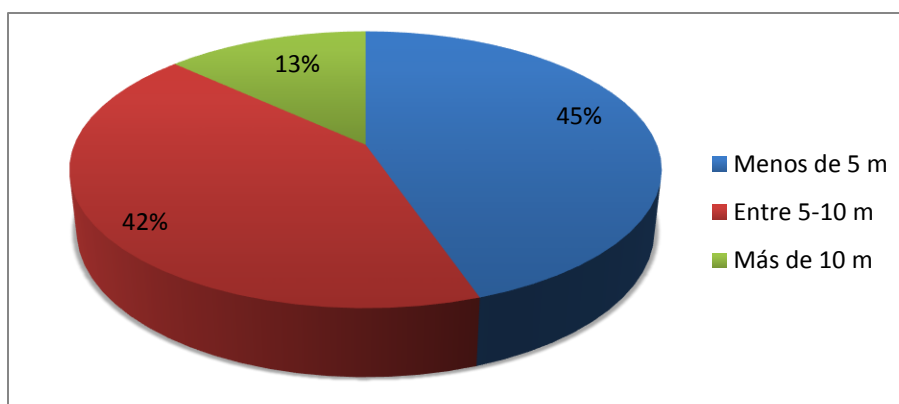


Figura IV.16. Distribución de altura de los elementos del estrato arbóreo presentes en el Sistema Ambiental.

Tabla IV.4. Índice de Valor de Importancia (V.I.) para el estrato arbóreo del Sistema Ambiental.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	DOMINANCIA	ABUNDANCIA	FRECUENCIA	V. I.	V. I. R.
Asparagaceae	<i>Yucca carnerosana</i>	42.11	42.11	17.73	101.94	33.98
Asparagaceae	<i>Yucca filifera</i>	10.00	10.00	0.01	20.01	6.67
Pinaceae	<i>Pinus cembroides</i>	5.00	5.00	0.00	10.00	3.33

El estrato arbustivo micrófilo presentó una densidad de 3,100 elementos por hectárea, con una cobertura de 2,640.0 m²/ha, y un rango de altura desde 0.2 hasta 6.0 m. El 39 % está por debajo de los 0.5 m de altura, el 45 % está entre los 0.5 y 1.5 m, y el 16 % por arriba de 1.5m (Figura IV.17).

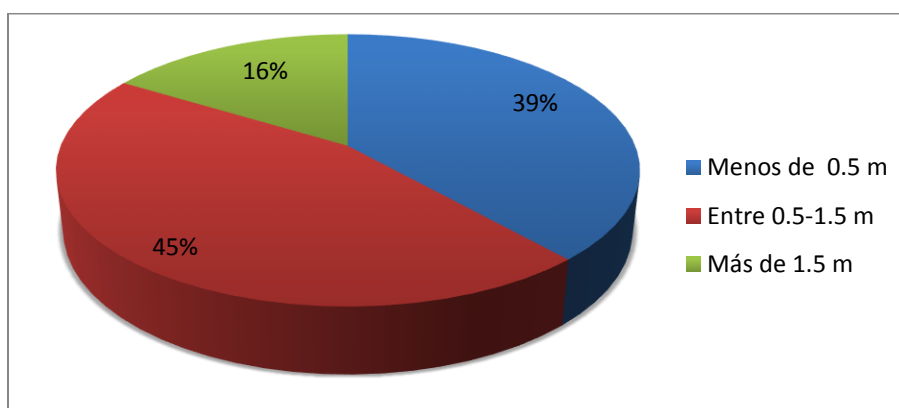


Figura IV.17. Distribución de las alturas del estrato arbustivo micrófilo en el Sistema Ambiental.

En el estrato arbustivo micrófilo, las especies con mayor valor de importancia relativa fueron *Larrea tridentata*, *Flourensia cernua* y *Parthenium incanum*. La Tabla IV.5 presenta los valores de dominancia, abundancia, frecuencia y valor de importancia para estas especies.

Tabla IV.5. Índice de Valor de Importancia (V.I.) para las especies del estrato arbustivo micrófilo registradas en el Sistema Ambiental. D=dominancia; A=abundancia y F=frecuencia.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE DE REFERENCIA	D	A	F	V. I.	V. I. R.
Fabaceae	<i>Acacia constricta</i>	Huizache	3.34	2.11	2.25	7.70	2.57
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Farnesiana	4.67	2.70	5.06	12.42	4.14
Scrophulariaceae	<i>Buddleja marrubifolia</i>	Peludo	2.02	3.11	5.06	10.19	3.40
Asteraceae	<i>Chrysactinia mexicana</i>	San Nicolás	1.07	6.35	2.25	9.67	3.22
Fabaceae	<i>Dalea bicolor</i>	Engordacabras	0.40	1.22	0.25	1.87	0.62
Ephedraceae	<i>Ephedra antisyphilitica</i>	Equiseto	4.81	2.24	9.00	16.05	5.35
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia antisyphilitica</i>	Candelilla	0.32	2.46	3.06	5.84	1.95
Asteraceae	<i>Flourensia cernua</i>	Hojasén	5.78	8.43	21.39	35.59	11.86
Fouquieriaceae	<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	8.12	2.61	7.56	18.29	6.10
Euphorbiaceae	<i>Jatropha dioica</i>	Sangregrado	1.67	9.99	12.25	23.92	7.97
Cupressaceae	<i>Juniperus saltillensis</i>	-	0.17	0.11	0.25	0.53	0.18
Koeberliniaceae	<i>Koeberlinia spinosa</i>	Palo verde	1.38	1.04	1.25	3.67	1.22
Zygophyllaceae	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	34.89	22.90	47.27	105.06	35.02
Scrophulariaceae	<i>Leucophyllum frutescens</i>	Cuchara	0.58	2.56	1.56	4.70	1.57
Rosaceae	<i>Lindleya mespiloides</i>	Barreta	10.11	8.19	10.56	28.86	9.62
Solanaceae	<i>Lycium berlandieri</i>	2a. Randia	3.72	3.05	16.00	22.77	7.59
Berberidaceae	<i>Mahonia trifoliata</i>	Agrito	0.17	0.07	0.06	0.31	0.10
Fabaceae	<i>Mimosa zygophylla</i>	Gatuño	0.19	0.36	1.00	1.56	0.52
Celastraceae	<i>Mortonia palmeri</i>	Afinador	0.15	1.33	1.56	3.04	1.01
Asteraceae	<i>Parthenium incanum</i>	Mariola	6.78	13.63	12.25	32.66	10.89
Pinaceae	<i>Pinus cembroides</i>	Cembroides	0.52	0.24	0.56	1.32	0.44
Pinaceae	<i>Pinus pinceana</i>	Pinceana	4.54	1.41	1.00	6.95	2.32
Fabaceae	<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	1.41	0.61	1.25	3.28	1.09
Asparagaceae	<i>Yucca carnerosana</i>	Yuca	0.40	0.73	0.56	1.69	0.56

El estrato arbustivo rosetófilo presentó una densidad de 5,880 elementos por hectárea, con una cobertura de 1,280.00 m²/ha, y alturas que desde 0.1 a 2.2 m. El 74 % es menor a 0.5 m de altura, el 24 % está entre los 0.5 y 1.5 m, y el 2 % es mayor a 1.5 m (Figura IV.18)

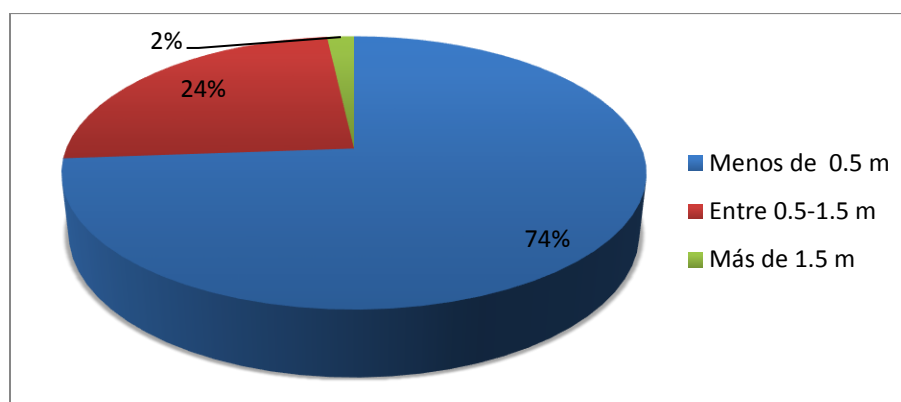


Figura IV.18. Distribución de las alturas del estrato arbustivo rosetófilo en el Sistema Ambiental.

En el estrato arbustivo rosetófilo, las especies con mayor valor de importancia fueron *Agave lecheguilla* y *Opuntia rastrera*. La Tabla IV.6 presenta los valores de dominancia, abundancia, frecuencia y valor de importancia para estas especies.

Tabla IV.6. Índice de Valor de Importancia (V.I.) para las especies del estrato arbustivo rosetófilo registradas en el Sistema Ambiental. D=dominancia; A=abundancia y F=frecuencia.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	D	A	F	V. I.	V. I. R.
Asparagaceae	<i>Agave lecheguilla</i>	32.43	46.04	39.06	117.53	39.18
Asparagaceae	<i>Agave scabra</i>	10.76	10.85	7.56	29.17	9.72
Cactaceae	<i>Ariocarpus retusus</i>	0.04	0.17	0.25	0.46	0.15
Cactaceae	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	1.66	0.27	0.56	2.49	0.83
Cactaceae	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	2.91	3.06	2.25	8.22	2.74
Cactaceae	<i>Cylindropuntia tunicata</i>	2.91	3.06	2.25	8.22	2.74
Asparagaceae	<i>Dasyllirion cedrosanum</i>	19.60	5.42	12.25	37.27	12.42
Cactaceae	<i>Echinocactus platyacanthus</i>	1.05	0.30	1.56	2.92	0.97
Cactaceae	<i>Echinocereus stramineus</i>	0.78	1.89	7.56	10.23	3.41
Cactaceae	<i>Ferocactus hamatacanthus</i>	0.04	0.12	0.56	0.73	0.24
Cactaceae	<i>Ferocactus pilosus</i>	0.05	0.37	1.56	1.99	0.66
Cactaceae	<i>Lophophora williamsii</i>	0.04	1.73	1.56	3.33	1.11
Cactaceae	<i>Mammillaria heyderi</i>	0.07	1.59	5.06	6.72	2.24
Cactaceae	<i>Neolloydia conoidea</i>	0.14	3.41	14.06	17.61	5.87
Cactaceae	<i>Opuntia microdasys</i>	5.90	3.88	6.25	16.03	5.34
Cactaceae	<i>Opuntia rastrera</i>	14.38	10.51	25.00	49.89	16.63

DIVERSIDAD DEL MATORRAL DESÉRTICO EN EL SISTEMA AMBIENTAL

Dado que *Yucca carnerosana*, *Y. filifera* y *Pinus cembroides* se presentaban como elementos únicos en las unidades de muestreo, el índice de diversidad en este estrato es de 0.

En el estrato arbustivo micrófilo se estimó un Índice de Margalef de 1.23 y un Índice de Shannon de 1.20. El máximo valor del Índice de Shannon se estimó en 1.5566, por lo que puede considerarse que este estrato arbustivo es altamente diverso (el valor máximo del Índice de Shannon indica que se está próximo a alcanzar su máxima diversidad). La Equitatividad se calculó en 0.76, indicativo de que la distribución de las abundancias es similar para todas las especies en este estrato (Tabla IV.7).

Tabla IV.7. Valores de los Índices de diversidad -Margalef (M) y Shannon (H)- y de la Equitatividad (J) para el estrato arbustivo micrófilo en el Sistema Ambiental.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	H	M	H MÁX.	J
Fabaceae	<i>Acacia constricta</i>	0.0357			
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	0.0424			
Scrophulariaceae	<i>Buddleja marrubifolia</i>	0.0541			
Asteraceae	<i>Chrysactinia mexicana</i>	0.0442			
Fabaceae	<i>Dalea bicolor</i>	0.0164			
Ephedraceae	<i>Ephedra antisiphilitica</i>	0.0505			
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia antisiphilitica</i>	0.0419			
Asteraceae	<i>Flourensia cernua</i>	0.1201			
Fouquieriaceae	<i>Fouquieria splendens</i>	0.0500			
Euphorbiaceae	<i>Jatropha dioica</i>	0.1002			
Cupressaceae	<i>Juniperus saltillensis</i>	0.0040			
Koeberliniaceae	<i>Koeberlinia spinosa</i>	0.0245			
Zygophyllaceae	<i>Larrea tridentata</i>	0.2119			
Scrophulariaceae	<i>Leucophyllum frutescens</i>	0.0316			
Rosaceae	<i>Lindleya mespiloides</i>	0.0901			
Solanaceae	<i>Lycium berlandieri</i>	0.0735			
Berberidaceae	<i>Mahonia trifoliata</i>	0.0026			
Fabaceae	<i>Mimosa zygophylla</i>	0.0119			
Celastraceae	<i>Mortonia palmeri</i>	0.0266			
Asteraceae	<i>Parthenium incanum</i>	0.1045			

Pinaceae	<i>Pinus cembroides</i>	0.0077				
Pinaceae	<i>Pinus pinxana</i>	0.0242				
Fabaceae	<i>Prosopis laevigata</i>	0.0169				
Asparagaceae	<i>Yucca carnerosana</i>	0.0163				
Total		1.2018	1.2294	1.5566	0.7636	

El estrato arbustivo rosetófilo presentó un Índice de Margalef de 0.72 y un Índice de Shannon de 0.67. El máximo valor del Índice de Shannon se estimó en 1.16, por lo que se estima que el estrato arbustivo rosetófilo está por debajo de su máxima diversidad. La Equitatividad se calculó en 0.43, indicativo de la presencia de *Agave lecheguilla* y *Opuntia rastrera* como especies dominantes en este estrato (Tabla IV.8).

Tabla IV.8. Valores de los Índices de diversidad -Margalef (M) y Shannon (H)- y de la Equitatividad (J) para el estrato arbustivo rosetófilo en el Sistema Ambiental.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	H	M	H MÁX.	J
Asparagaceae	<i>Agave lecheguilla</i>	0.11			
Asparagaceae	<i>Agave scabra</i>	0.08			
Cactaceae	<i>Ariocarpus retusus</i>	0.01			
Cactaceae	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	0.01			
Cactaceae	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	0.04			
Cactaceae	<i>Cylindropuntia tunicata</i>	0.04			
Asparagaceae	<i>Dasyllirion cedrosanum</i>	0.06			
Cactaceae	<i>Echinocactus platyacanthus</i>	0.01			
Cactaceae	<i>Echinocereus stramineus</i>	0.04			
Cactaceae	<i>Ferocactus hamatacanthus</i>	0.00			
Cactaceae	<i>Ferocactus pilosus</i>	0.01			
Cactaceae	<i>Lophophora williamsii</i>	0.03			
Cactaceae	<i>Mammillaria heyderi</i>	0.03			
Cactaceae	<i>Neolloydia conoidea</i>	0.05			
Cactaceae	<i>Opuntia microdasys</i>	0.05			
Cactaceae	<i>Opuntia rastrera</i>	0.10			
Total		0.67	0.72	1.16	0.43

ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL MATORRAL DESÉRTICO EN EL SISTEMA AMBIENTAL

De acuerdo con las observaciones y los datos obtenidos en campo, la vegetación del matorral desértico en el Sistema Ambiental definido para el Proyecto presenta las especies características de este tipo de vegetación, con una dominancia del estrato arbustivo y con valores muy cercanos a su máximo de diversidad. Además de que no se encontró evidencia de la presencia de alguna plaga forestal en la vegetación. Por lo anterior, se considera que el estado de conservación del matorral desértico en el Sistema Ambiental es bueno.

Sin embargo, se percibe de manera evidente la actividad antrópica en la región, representada principalmente por los caminos y, en menor medida, por la actividad ganadera que se lleva a cabo, principalmente en el lado sur del Sistema Ambiental, entre las comunidades de Las Mesas y Los Charcos.

ESPECIES PROTEGIDAS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010 EN EL SISTEMA AMBIENTAL

De las 82 especies que se reportaron para el SA, seis se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, cinco bajo protección especial (Pr) y una en peligro de extinción (P) (Tabla IV.9).

Tabla IV.9. Especies del Sistema Ambiental catalogadas dentro de alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059-SEMARNAT-20010
Cactaceae	<i>Coryphantha delicata</i>	Pr
Cactaceae	<i>Ariocarpus retusus</i>	Pr
Cactaceae	<i>Echinocactus platyacanthus</i>	Pr
Cactaceae	<i>Ferocactus pilosus</i>	Pr
Cactaceae	<i>Lophophora williamsii</i>	Pr
Pinaceae	<i>Pinus pinceana</i>	P

IV.2.2.2 VEGETACIÓN EN EL ÁREA DEL PROYECTO

Al igual que en el Sistema Ambiental, en años anteriores, la zona de Proyecto contaba con una cobertura de matorral desértico (Figura IV.19) con especies como *Yucca carnerosana* y *Y. filífera* en el estrato arbóreo y *Larrea tridentata*, *Flourensia cernua* y *Agave lecheguilla* en el estrato arbustivo.

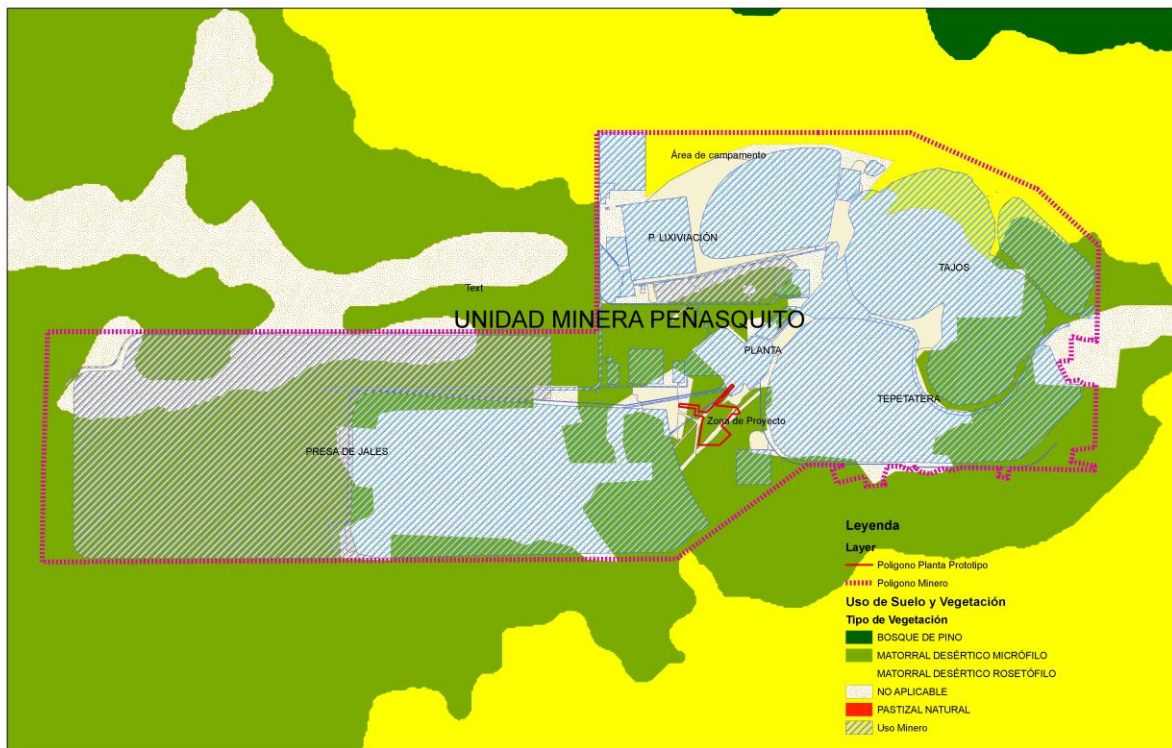


Figura IV.19. Tipos de vegetación identificados en la zona de Proyecto.

Actualmente la zona de Proyecto no presenta cobertura vegetal en gran parte del sitio, las áreas que aun cuentan con vegetación se pueden considerar como manchones aislados producto posiblemente de regeneración natural y/o establecimiento inducido por prácticas anteriores de reforestación inducidas por la propia unidad minera.

Sin embargo, como parte de la metodología establecida para conocer la estructura vegetal en el área, se procedió a realizar un muestreo representativo de la superficie de Proyecto; la metodología empleada para este muestreo al interior de los polígonos de Proyecto fue la misma que se siguió para el sistema ambiental.

ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN EN EL ÁREA DEL PROYECTO

Debido a que durante el recorrido en campo se constató que en cerca del 70 % de la superficie recorrida no se cuenta con vegetación en el área de Proyecto, en las secciones siguientes (referentes a la vegetación en el Área de Proyecto) se reportan datos generales de la vegetación observada en aquellos puntos donde si fue posible hacer la "toma de muestras" de vegetación, es decir, donde si se pudieron identificar ejemplares de especies del matorral y se confirmó su presencia como remanentes de vegetación dentro de un área impactada anteriormente.

La relevancia de estos datos y listados se pone de manifiesto al considerar -en etapas futuras de desarrollo de la UMP, especialmente al cierre del Proyecto- que esta información representa un panorama de las especies y tipo de vegetación al que deberían enfocarse las actividades de restauración del sitio llegada la conclusión de la vida útil del Proyecto.

Así, en estas áreas remanentes se registraron un total de 24 especies, pertenecientes a 9 familias y 21 géneros (Tabla IV.10).

Tabla IV.10. Especies de flora registradas en la superficie del Proyecto. Forma de Vida: A, Arbórea; Ar m, Arbustiva micrófila; Ar r, Arbustiva rosetófila; C, Cactoide; H, Herbácea. NOM-059-SEMARNAT-2010: Pr, Protección especial.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Forma de vida	NOM-059 SEMARNAT 2010	Uso
Asparagaceae	<i>Agave lecheguilla</i>	Lechuguilla	Ar r		Industrial
	<i>Agave scabra</i>	Maguey bronco	Ar r		Industrial
	<i>Dasyllirion cedrosanum</i>	Sotol	Ar r		Industrial
	<i>Yucca carnerosana</i>	Palma samandoca	A		Jarcería
Asteraceae	<i>Bahia absinthifolia</i>	-	H		-
	<i>Erigeron uniflorus</i>	-	H		-
	<i>Flourensia cernua</i>	Hojasén	Ar m		Medicinal
	<i>Haplopappus spinulosus</i>	-	H		-
	<i>Senecio serpens</i>	-	H		-
Cactaceae	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardenche	C		Medicinal
	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	Tasajillo	C		Comestible
	<i>Echinocereus stramineus</i>	Biznaga	C		Ornato
	<i>Mammillaria heyderi</i>	Biznaga de chilitos	C		Comestible

	<i>Opuntia rastrera</i>	Nopal rastrero	C	Forraje
Euphorbiaceae	<i>Jatropha dioica</i>	Sangregrado	Ar m	Medicinal
	<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	Ar m	Comestible
Fabaceae	<i>Dalea bicolor</i>	Engordacabras	Ar m	Forraje
	<i>Dalea capitata</i>		Ar m	Forraje
	<i>Mimosa zygophylla</i>	-	H	Forraje
Fouquieriaceae	<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	Ar m	Combustible
Poaceae	<i>Eragrostis mexicana</i>	-	H	Forraje
	<i>Muhlenbergia sp.</i>	-	H	Forraje
Solanaceae	<i>Lycium berlandieri</i>	Mora	Ar m	Comestible
Zygophyllaceae	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	Ar m	Industrial

Las familias mejor representadas fueron Cactaceae y Asteraceae con cinco (20.83 % cada una), Asparagaceae y Fabaceae con cuatro especies (16.66 %) cada una.

El estrato arbóreo está representado únicamente por la especie *Yucca carnerosana* con una densidad aproximada de 3 individuos por hectárea. Los individuos observados de esta especie presentan una categoría diamétrica mayor a los 20 cm, y una altura promedio por encima de los 2 metros, pero menos de 5.

En el estrato arbustivo, los elementos observados presentaron una altura que va de los 0.2 m hasta elementos que alcanzan un poco más de 3 m; sin embargo –la observación en campo indica que la gran mayoría de los ejemplares no rebasaban los 2 m de alto (en el caso de arbustos micrófilos) y los 0.50 m (para las especies rosetófilas).

En este estrato arbustivo, las especies más comunes –referente a las llamadas micrófilas– fueron *Larrea tridentata*, *Flourensia cernua* y *Jatropha dioica*; mientras que, de las especies rosetófilas, las más comunes fueron *Agave lecheguilla* y *Opuntia rastrera*.

ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL MATORRAL DESÉRTICO EN EL ÁREA DEL PROYECTO

Como ya se mencionó, cerca del 70 % del área de Proyecto se considera que no tiene presencia de especies vegetales (se considera libre de vegetación), probablemente ocasionado por actividades humanas, donde la más reciente es la minera, se debe recordar que el sitio de Proyecto se ubica en una zona al interior de la UMP y donde se han realizado operaciones -propias de la unidad minera- anteriormente.

De acuerdo con las observaciones hechas en campo, en los puntos donde sí fue posible el reconocimiento, la vegetación del matorral desértico presenta un estrato arbóreo poco desarrollado y poco diverso, el estrato arbustivo –basado en la observación– se consideró como un estrato por debajo de la diversidad habitual en este tipo de ecosistemas.

Por lo anterior, se considera que el estado de conservación del matorral desértico en estos puntos del área de Proyecto está poco a medianamente conservado.

ESPECIES PROTEGIDAS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010 EN EL ÁREA DEL PROYECTO

De las especies observadas en el área de Proyecto, ninguna se encuentra listada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

IV.2.2.3 FAUNA EN EL SISTEMA AMBIENTAL

Para la caracterización e inventario de la fauna de vertebrados -anfibios, reptiles, aves y mamíferos- presentes en el Sistema Ambiental, al igual que con la vegetación, se han realizado trabajos de campo (recorridos generales en diferentes puntos alrededor del predio minero), estos muestreos fundan las bases para el registro de la fauna que ocurre en el Sistema Ambiental; para el presente reporte se ha tomado en cuenta el trabajo de registro/monitoreo de fauna que Minera Peñasquito ha realizado en el sistema ambiental a lo largo de al menos un año de trabajo.

La técnica empleada para el registro de las especies de la fauna silvestre en cada uno de los grupos se describe a continuación.

Anfibios y reptiles. Se realiza una búsqueda y colecta intensiva que consiste en hacer recorridos de distancia variable durante los cuales se revisan los distintos microhábitats (rocas, troncos caídos, oquedades, cuerpos de agua) y se realiza la captura de organismos –dentro de la mayor superficie posible del área de interés- y comprendiendo el mayor tiempo posible durante el día y la noche. La captura de ejemplares se hace directamente con las manos o ganchos herpetológicos.

Para la identificación taxonómica se emplearon: i) la recopilación de claves de Flores-Villela *et al.* (1995), ii) claves para anfibios y claves para tortugas (Ernst y Barbour, 1989), iii) claves para bufónidos (Oliver-López *et al.* 2009), iv) claves de anfibios y reptiles de los estados de Sonora, Chihuahua y Coahuila de Lemos-Espinal (2007 y 2009) y otras claves generales (Campbell, 1998; Lee, 1996). Finalmente, se utilizaron los nombres actualizados de especies, la actualización se hizo con base en las publicaciones de Faivovich *et al.* (2005), Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004); Frost *et al.* (2006); y Hedges *et al.* (2008).

Aves. Para el registro de las especies de aves se empleó la técnica de detección visual y colecta fotográfica.

La técnica de detección visual consiste en recorrer diversos senderos, caminos y/o rutas de fácil acceso en las cuales se observan a los ejemplares de las diferentes especies de aves en los diversos hábitats presentes con ayuda de binoculares de largo alcance. La

observación de aves se realiza durante las horas de mayor actividad, es decir, en las primeras horas de la mañana y hacia el final de la tarde.

Para poder constar las diversas especies de aves se procedió a la colecta fotográfica. Esta técnica consiste obtener imágenes de las aves registradas durante los diversos recorridos, por lo general cuando se los encuentra perchando.

Para la identificación de las especies de este grupo se emplearon las guías ilustradas de Van Perlo (2006), Peterson y Chalif (2008), Steve y Webbs (2010), Sibley (2003) y la guía de Howell y Webb (1995).

Mamíferos. Para maximizar las opciones de registro de especies de mamíferos se utilizan dos diferentes técnicas:

Registros Directos. Durante recorridos por los diversos hábitats es posible observar, registrar e identificar algunas especies de mamíferos, mismas que serán determinadas con el uso de guías de organismos para el país y para la región.

Registros indirectos. Este tipo de registro se divide en dos partes:

- Huellas. Técnica dirigida para registro de huellas, donde se identifican puntos donde la acumulación de sedimentos forma un banco de arena natural, ya que es en estos sitios se tiene la preservación temporal de las huellas; además de estos bancos de arena, se caminó en las escorrentías ya que también son sitios donde es frecuente encontrar este tipo de rastros.
- Rastros. De manera indirecta, la colección y análisis de restos dejados por los mamíferos pueden resultar útiles para completar un inventario. Los rastros pueden ser, excretas, marcas en troncos, "rascaderos", madrigueras, echaderos de descanso y partes de cuerpos (presa o evidencia de restos dejados por depredador).

Para la identificación taxonómica de los mamíferos presentes en el área de estudio, se empleó la guía ilustrada de Peterson (2006), las claves de identificación de Anderson (1972), Jiménez-Guzmán et al. (1999), Guía de campo de Aranda (2012); y Ceballos y Oliva (2005).

Una vez obtenida la lista de especies de vertebrados terrestres, se corroboró si estaban o no considerados en alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés). Además, se evaluó la diversidad con el índice de Shannon (H') por categoría taxonómica (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), siguiendo lo propuesto por Magurran (1988, 2004).

La diversidad consiste en 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 con 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 .

Como resultados, en el Sistema Ambiental se registraron un total de 153 especies pertenecientes a los cuatro grupos de vertebrados terrestres (tres son anfibios, 27 reptiles, 97 aves y 26 mamíferos) divididas en 20 Ordenes, 53 Familias, y 118 Géneros (Tabla IV.11). La Tabla IV.12 presenta el listado de las especies registradas en el SA.

Tabla IV.11. Número de Ordenes, Familias, Géneros y Especies de fauna presentes en el Sistema Ambiental.

Grupo	Ordenes	Familias	Géneros	Especies
Anfibios	1	2	2	3
Reptiles	1	6	15	27
Aves	12	32	78	97
Mamíferos	6	13	23	26
Total	20	53	118	153

Tabla IV.12. Listado de especies registradas en el Sistema Ambiental.

Grupo	Orden	Familia	Nombre científico	NOM	IUCN	Endémico
Anfibios	ANURA	Bufonidae	<i>Anaxyrus cognatus</i>	-	LC	
			<i>Anaxyrus punctatus</i>	-	LC	
		Scaphiropidae	<i>Spea multiplicata</i>	-	LC	
Reptiles	SQUAMATA	Crotaphytidae	<i>Gambelia wislizenii</i>	Pr	LC	
		Phrynosomatidae	<i>Cophosaurus texanus</i>	A	LC	
			<i>Holbrookia maculata</i>	-	LC	
			<i>Phrynosoma modestum</i>	-	LC	
			<i>Phrynosoma orbiculare</i>	-	LC	
			<i>Sceloporus cautus</i>	Pr	LC	
			<i>Sceloporus torquatus</i>	-	LC	*
			<i>Sceloporus grammicus</i>	-	LC	
			<i>Sceloporus olivaceus</i>	-	LC	
			<i>Sceloporus parvus</i>	-	LC	*
			<i>Sceloporus poinsetti</i>	-	LC	
			<i>Uta stansburiana</i>	A	LC	*
		Teiide	<i>Aspidoscelis gularis</i>	-	LC	
			<i>Aspidoscelis inornata</i>	-	LC	
			<i>Aspidoscelis marmorata</i>	-	-	
		Gekkonidae	<i>Coleonyx brevis</i>	Pr	LC	
		Colubridae	<i>Arizona elegans</i>	-	LC	
			<i>Coluber flagellum</i>	A	-	
			<i>Coluber taeniatus</i>	-	LC	
			<i>Hypsiglena jani</i>	-	LC	
			<i>Pituophis catenifer</i>	-	LC	
			<i>Pituophis deppei</i>	A	LC	*
			<i>Rhinocheilus lecontei</i>	-	LC	

Aves			<i>Tantilla atriceps</i>	A	LC	
		Viperidae	<i>Crotalus atrox</i>	Pr	LC	
			<i>Crotalus molossus</i>	Pr	LC	
			<i>Crotalus scutulatus</i>	Pr	LC	
	ANSERIFORMES	Anatidae	<i>Anas crecca</i>	-	LC	
			<i>Anas platyrhynchos</i>	-	LC	
	PODICIPEDIFORMES	Podicipedidae	<i>Aechmophorus occidentalis</i>	-	LC	
			<i>Aythya collaris</i>	-	LC	
	GALLIFORMES	Odontophoridae	<i>Callipepla squamata</i>	-	LC	
	ACCIPITRIFORMES	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	-	LC	
			<i>Cathartes aura</i>	-	LC	
		Accipitridae	<i>Accipiter cooperii</i>	Pr	LC	
			<i>Accipiter striatus</i>	Pr	LC	
			<i>Circus cyaneus</i>	-	LC	
			<i>Asturina nitida</i>	-	-	
			<i>Parabuteo unicinctus</i>	Pr	LC	
			<i>Buteo jamaicensis</i>	-	LC	
			<i>Buteo swainsoni</i>	Pr	LC	
	CHARADRIIFORMES	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	-	LC	
		Scolopacidae	<i>Actitis macularia</i>	-	LC	
	COLUMBIFORMES	Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i>	-	LC	Introducida
			<i>Zenaida asiatica</i>	-	LC	
			<i>Zenaida macroura</i>	-	LC	
	CUCULIFORMES	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	-	LC	
	STRIGIFORMES	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	-	LC	
			<i>Athene cunicularia</i>	-	LC	
	APODIFORMES	Trochilidae	<i>Lampornis clemenciae</i>	-	LC	
			<i>Calothorax lucifer</i>	-	LC	
			<i>Archilochus alexandri</i>	-	LC	
			<i>Atthis heloisa</i>	-	LC	
			<i>Selasphorus platycercus</i>	-	LC	
			<i>Cyananthus latirostris</i>	-	LC	
	PICIFORMES	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	-	LC	
			<i>Sphyrapicus varius</i>	-	LC	
			<i>Sphyrapicus nuchalis</i>	-	LC	
			<i>Picoides scalaris</i>	-	-	
			<i>Colaptes auratus</i>	-	LC	
	FALCONIFORMES	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	-	LC	
			<i>Falco sparverius</i>	-	LC	
	PASSERIFORMES	Tyrannidae	<i>Contopus sordidulus</i>	Pr	LC	*
			<i>Empidonax hammondi</i>	-	LC	
			<i>Empidonax traillii</i>	-	LC	
			<i>Sayornis nigricans</i>	-	LC	
			<i>Sayornis saya</i>	-	LC	
			<i>Pyrocephalus rubinus</i>	-	LC	
			<i>Myiarchus cinerascens</i>	-	LC	
			<i>Tyrannus verticalis</i>	-	LC	
			<i>Tyrannus vociferans</i>	-	LC	
		Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	-	LC	
		Vireonidae	<i>Vireo bellii</i>	-	LC	
		Corvidae	<i>Corvus corax</i>	-	LC	
			<i>Aphelocoma californica</i>	-	LC	
			<i>Aphelocoma wollweberi</i>	-	LC	
		Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	-	LC	
			<i>Hirundo rustica</i>	-	LC	
		Remizidae	<i>Auriparus flaviceps</i>	-	LC	
		Aegithalidae	<i>Psaltiriparus minimus</i>	Pr	LC	*
		Troglodytidae	<i>Salpinctes obsoletus</i>	-	LC	
			<i>Catherpes mexicanus</i>	-	LC	
			<i>Troglodytes aedon</i>	Pr	LC	*
			<i>Thryomanes bewickii</i>	-	LC	
			<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	-	LC	
		Poliophtilidae	<i>Poliophtila caerulea</i>	-	LC	
			<i>Poliophtila melanura</i>	-	LC	

		Regulidae	<i>Regulus calendula</i>	-	LC	
		Turdidae	<i>Sialia mexicana</i>	-	LC	
			<i>Myadestes townsendi</i>	Pr	LC	
			<i>Catharus occidentalis</i>	-	LC	
		Mimidae	<i>Toxostoma crissale</i>	-	LC	
			<i>Toxostoma curvirostre</i>	-	LC	
			<i>Mimus polyglottos</i>	-	LC	
		Motacillidae	<i>Anthus rubescens</i>	-	LC	
		Ptiliognatidae	<i>Phainopepla nitens</i>	-	LC	
		Parulidae	<i>Setophaga coronata</i>	-	SC	
			<i>Setophaga petechia</i>	-	SC	
			<i>Setophaga townsendi</i>	-	SC	
			<i>Wilsonia citrina</i>	-	LC	
			<i>Vermivora celata</i>	-	LC	
		Emberizidae	<i>Pipilo chloropus</i>	-	LC	
			<i>Pipilo maculatus</i>	-	LC	
			<i>Aimophila ruficeps</i>	-	LC	
			<i>Melospiza fusca</i>	-	SC	
			<i>Spizella atrogularis</i>	-	LC	
			<i>Spizella pallida</i>	-	LC	
			<i>Spizella passerina</i>	-	LC	
			<i>Pooecetes gramineus</i>	-	LC	
			<i>Chondestes grammacus</i>	-	LC	
			<i>Amphispiza bilineata</i>	-	LC	
			<i>Zonotrichia leucophrys</i>	-	LC	
		Cardinalidae	<i>Piranga flava</i>	-	LC	
			<i>Cardinalis sinuatus</i>	-	LC	
			<i>Passerina caerulea</i>	-	LC	
			<i>Spiza americana</i>	-	LC	
		Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	-	LC	
			<i>Molothrus ater</i>	-	LC	
			<i>Icterus parisorum</i>	-	LC	
			<i>Icterus spurius</i>	-	LC	
			<i>Icterus wagleri</i>	-	LC	
		Fringillidae	<i>Haemorhous mexicanus</i>	-	SC	
			<i>Spinus psaltria</i>	-	SC	
			<i>Spinus pinus</i>	-	SC	
Mamíferos	DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	-	LC	
	CHIROPTERA	Vespertilionidae	<i>Corynorhinus townsendii</i>	-	LC	
			<i>Myotis thysanodes</i>	-	LC	
			<i>Choeronycteris mexicana</i>	A	NT	
	LAGOMORPHA	Leporidae	<i>Lepus californicus</i>	-	LC	
			<i>Sylvilagus audubonii</i>	-	LC	
	RODENTIA	Sciuridae	<i>Xerospermophilus spilosoma</i>	-	SC	
			<i>Otospermophilus variegatus</i>	-	SC	
			<i>Ammospermophilus interpres</i>	-	LC	
		Heteromyidae	<i>Dipodomys merriami</i>	-	LC	
			<i>Dipodomys nelsoni</i>	-	LC	*
			<i>Dipodomys ordii</i>	-	LC	
		Muridae	<i>Sigmodon hispidus</i>	-	LC	
			<i>Neotoma mexicana</i>	-	LC	
			<i>Peromyscus maniculatus</i>	-	LC	
			<i>Peromyscus sp</i>	-	-	
	CARNIVORA	Felidae	<i>Lynx rufus</i>	-	LC	
		Canidae	<i>Puma concolor</i>	-	LC	
			<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	-	LC	
		Procyonidae	<i>Canis latrans</i>	-	LC	
			<i>Bassariscus astutus</i>	-	LC	
	ARTIODACTYLA	Mephitidae	<i>Procyon lotor</i>	-	LC	
			<i>Taxidea taxus</i>	A	LC	
		Tayassuidae	<i>Mephitis macroura</i>	-	LC	
			<i>Pecari tajacu</i>	-	LC	
		Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	-	LC	

ABUNDANCIA EN EL SISTEMA AMBIENTAL

Durante los recorridos dentro del SA, en total se registraron 6,877 organismos, de los cuales 35 corresponden a anfibios, 393 a reptiles, 5,412 a aves y 1,037 a mamíferos. El grupo taxonómico con el mayor porcentaje de registros fue el de las aves con 78 %, los otros grupos se encontraron con valores entre el 1 y el 15 % del total (Tabla IV.13). La mayor parte de los registros de los vertebrados se realizó durante los recorridos, sin embargo, cabe resaltar que también se hicieron entrevistas con los trabajadores y personas de la zona para reconocer las especies presentes.

Tabla IV.13. Abundancia de los vertebrados terrestres registrados en el Sistema Ambiental.

Grupo	No. individuos	%
Anfibios	35	0.5
Reptiles	393	5.7
Aves	5,412	78.7
Mamíferos	1,037	15.1
Total	6,877	100.0

En el caso de los anfibios la especie más abundante fue *Anaxyrus punctatus*, seguida de *Anaxyrus cognatus* y *Spea multiplicata* (Figura IV.20). Dentro de los reptiles, las especies más abundantes fueron *Aspidoscelis gularis* con 74 individuos, seguida de *Sceloporus grammicus* con 73 y *Aspidoscelis inornata* con 64 (Figura IV.21). En mamíferos las especies más abundantes fueron *Sylvilagus audubonii* con 271 individuos, seguido de *Lepus californicus* con 140 y *Urocyon cinereoargenteus* con 105 (Figura IV.22). En aves las especies con mayor número de individuos fueron *Amphispiza bilineata* con 525, seguida por *Haemorhous mexicanus* con 522, *Poliophtila caerulea* con 317 y *Callipepla squamata* con 302 ejemplares (Figura IV.23).

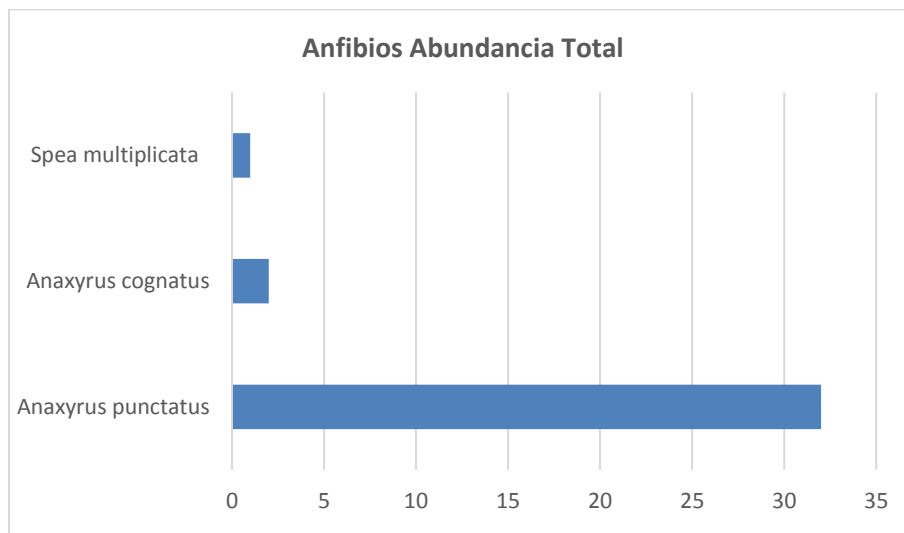


Figura IV.20. Abundancia de anfibios dentro del SA.

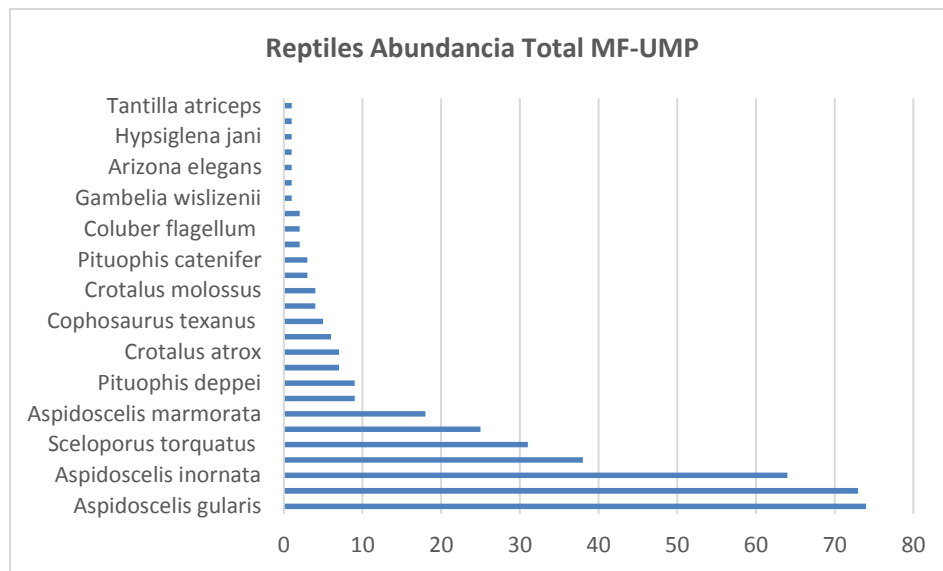


Figura IV.21. Abundancia de reptiles dentro del SA.

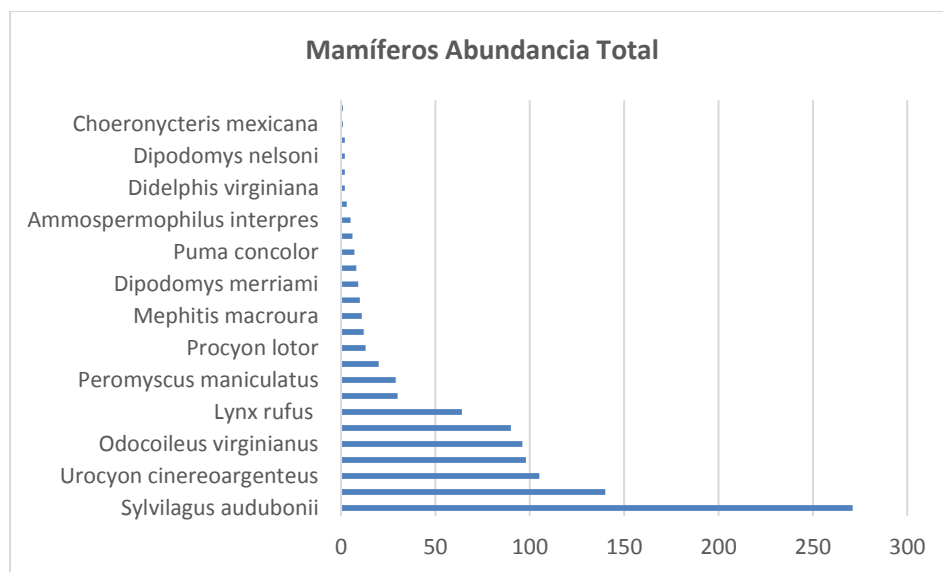


Figura IV.22. Abundancia de mamíferos dentro del SA.

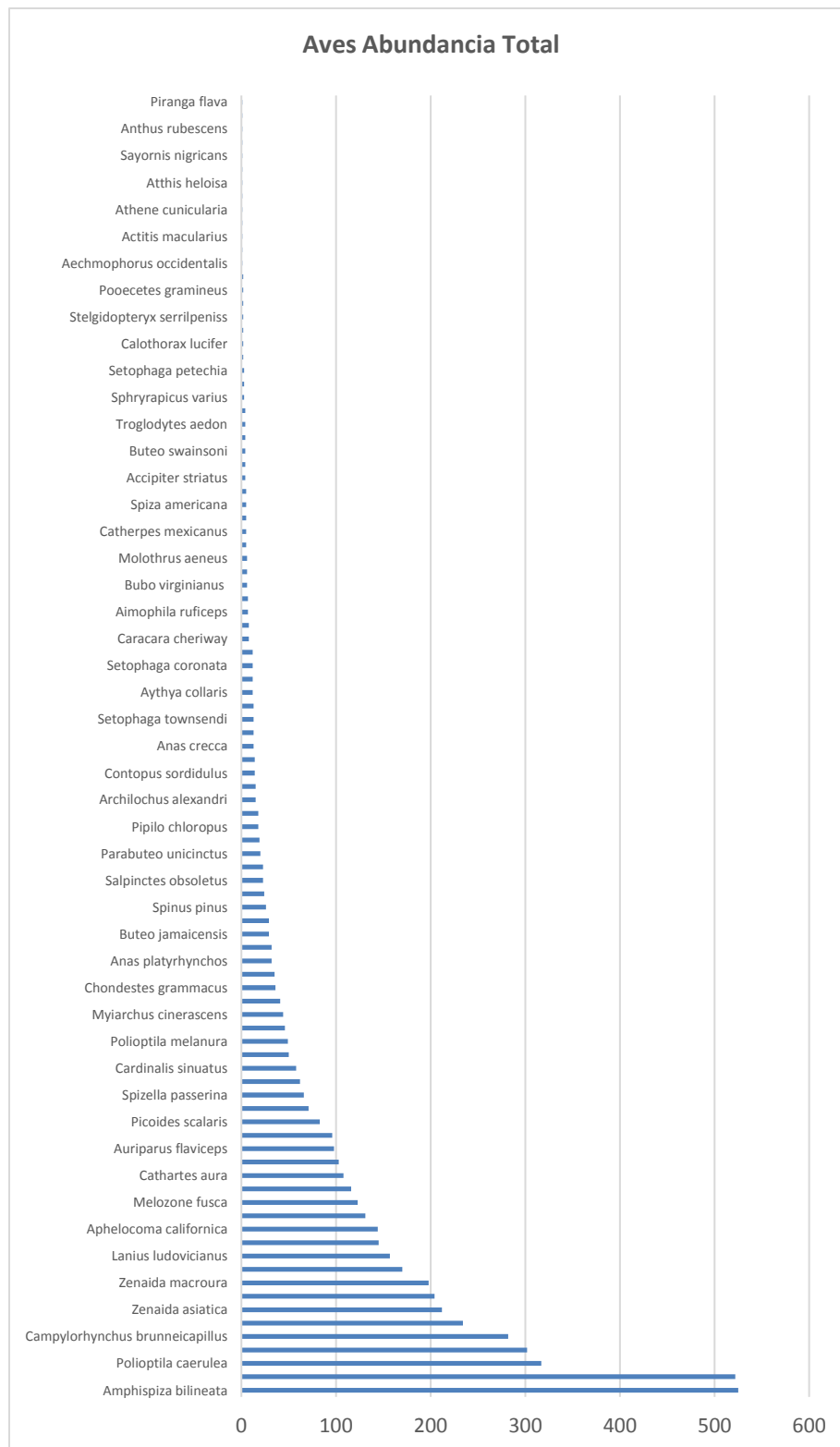


Figura IV.23. Abundancia de aves dentro del SA.

DIVERSIDAD EN EL SISTEMA AMBIENTAL (ÍNDICE DE SHANNON)

El índice de diversidad de Shannon calculado para el MF-UMP fue de 3.99, si consideramos que los valores de este índice se encuentran entre 0 y 4, la diversidad general es alta. De los cuatro grupos de vertebrados analizados los anfibios fueron los que presentaron el valor más bajo con $H' = 0.35$, mientras que las aves fueron el grupo con el valor más alto $H' = 3.59$ (Tabla IV.14).

Tabla IV.14. Riqueza específica y abundancia registrada de los Vertebrados registrados en el SA.

Grupo	Riqueza	Abundancia	Diversidad
Anfibios	3	35	0.35
Reptiles	27	393	2.46
Aves	97	5412	3.59
Mamíferos	26	1037	2.40
Total	153	6,877	3.99

CATEGORÍAS DE PROTECCIÓN

Del total de especies registradas en el sistema ambiental, 21 se encuentran bajo alguna categoría de protección indicada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, esto corresponde al 14 % del total de especies registradas, 11 especies con estatus son reptiles, ocho aves y dos mamíferos (Tabla IV.15).

Dentro de la Lista Roja por la IUCN se encuentran *Vireo bellii*, ave Paseriforme de la Familia Vireonidae, y *Choeronycteris mexicana*, mamífero quiróptero de la Familia Vespertilionidae en la categoría de Cercanamente amenazado (NT), las otras especies se encuentran en la categoría de Baja preocupación (LC) o Sin categoría (SC).

De las 153 especies registradas, nueve son endémicas de México, cuatro son reptiles, cuatro aves y un mamífero (*Sceloporus torquatus*, *Sceloporus parvus*, *Uta stansburiana*, *Pituophis deppei*, *Atthis heloisa*, *Contopus sordidulus*, *Psaltiriparus minimus*, *Troglodytes aedon* y *Dipodomys nelsoni*); mientras que *Streptopelia decaocto* es la única que se registró como especie introducida.

Tabla IV.15. Especies de vertebrados terrestres registrados en el MF-UMP con categoría de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Pr: Sujeta a protección Especial; A: Amenazada).

Grupo	Familia	Especie	Categoría
Reptiles	Crotaphytidae	<i>Gambelia wislizenii</i>	Pr
		<i>Cophosaurus texanus</i>	A
	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus cautus</i>	Pr
		<i>Sceloporus grammicus</i>	Pr
		<i>Uta stansburiana</i>	A
	Colubridae	<i>Coleonyx brevis</i>	Pr
		<i>Tantilla atriceps</i>	A
		<i>Pituophis deppei</i>	A
		<i>Coluber flagellum</i>	A
		<i>Crotalus atrox</i>	Pr
	Viperidae	<i>Crotalus scutulatus</i>	Pr
		<i>Crotalus molossus</i>	Pr

Aves	Accipitridae	<i>Accipiter cooperii</i>	Pr
		<i>Accipiter striatus</i>	Pr
		<i>Parabuteo unicinctus</i>	Pr
		<i>Buteo swainsoni</i>	Pr
	Aegithalidae	<i>Psaltiriparus minimus</i>	Pr
Mamíferos	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Pr
	Turdidae	<i>Myadestes townsendi</i>	Pr
	Vespertilionidae	<i>Choeronycteris mexicana</i>	A
	Mephitidae	<i>Taxidea taxus</i>	A

IV.2.2.4 FAUNA EN EL ÁREA DE PROYECTO

En el área de Proyecto, sólo se tuvo registro de algunas ejemplares de especies de aves como *Cathartes aura*, *Streptopelia decaocto* y *Zenaida asiatica*; este escaso registro de especies probablemente esté relacionado con:

1. El hecho de que la cobertura vegetal es escasa.
2. La ubicación de los polígonos de Proyecto dentro de la UMP; cabe recordar que la UMP es un desarrollo minero operativo por lo que se realizan constantemente actividades de monitoreo, ahuyentamiento, rescate y reubicación de ejemplares (estas dos últimas tareas sólo en caso de ser necesario, es decir, de reportarse ejemplares de reptiles, y mamíferos al interior del área de la UMP).

Debido a lo anterior, al igual que con la vegetación, se procedió a hacer recorridos en los puntos donde se observaron manchones de vegetación para tener un registro de especies que:

1. posiblemente hayan habitado el sitio de Proyecto antes de la pérdida de vegetación y,
2. Podrían observarse en la zona de Proyecto como visitantes ocasionales o de paso (como en el caso de las aves).

En las zonas recorridas se observó la presencia de 30 especies de vertebrados, una perteneciente a los reptiles, 28 a las aves y una especie de mamífero (Tabla IV.16).

Tabla IV.16. Especies registradas en el área de Proyecto

	Orden	Familia	Nombre científico
Reptiles	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus grammicus</i>
Aves	Accipitriformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>
		Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>
			<i>Streptopelia decaocto</i>
	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>
			<i>Zenaida macroura</i>
	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>
	Galliformes	Odontophoridae	<i>Callipepla squamata</i>
	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>
	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Cardinalis sinuatus</i>
			<i>Piranga flava</i>

		Corvidae	<i>Corvus corax</i>
		Emberizidae	<i>Amphispiza bilineata</i>
			<i>Melospiza fusca</i>
		Fringillidae	<i>Carpodacus mexicanus</i>
		Icteridae	<i>Icterus spurius</i>
		Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>
		Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>
		Parulidae	<i>Oreothlypis ruficapilla</i>
		Poliophtidae	<i>Poliophtila caerulea</i>
			<i>Poliophtila melanura</i>
		Remizidae	<i>Auriparus flaviceps</i>
		Troglodytidae	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>
			<i>Thryomanes bewickii</i>
		Tyrannidae	<i>Sayornis saya</i>
			<i>Tyrannus vociferans</i>
	Piciformes	Picidae	<i>Colaptes auratus</i>
			<i>Picoides scalaris</i>
	Strigiformes	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>
Mamíferos	Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus audubonii</i>

Debido a la poca cantidad de registro de ejemplares por cada especie (dos y en ocasiones tres registros para aves y un registro por cada especie de mamíferos y reptiles), no se realizaron valoraciones de índice de diversidad y abundancia en el sitio de Proyecto.

ESPECIES BAJO ALGUNA CATEGORÍA DE PROTECCIÓN

De las 30 especies registradas en la zona del Proyecto, ninguna se reporta en las categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. En la Lista Roja de la IUCN no se encuentra ninguna especie en alguna categoría de preocupación.

IV.2.3 PAISAJE

El paisaje es la expresión espacial y visual del ambiente. Es un recurso natural, valioso y con demanda creciente, fácilmente depreciable y difícilmente renovable. El paisaje visual considera la estética y la capacidad de percepción por un observador. Para evaluar un paisaje existen diferentes métodos y procedimientos, los métodos mixtos conjugan la valoración directa de subjetividad representativa y el análisis posterior indirecto con análisis de componentes principales (Pedreros, 2004).

La definición de paisaje presenta diversas interpretaciones, lo que ha generado que su evaluación sea en base a diversas metodologías para analizar y entender su importancia ecológica. Desde el punto de vista conceptual, se refiere a un espacio físico del ambiente donde hay una variada gama de escenarios o formas naturales. Desde el punto de vista ecológico, es la referencia de un hábitat con elementos abióticos y bióticos que caracterizan de manera particular a dicho hábitat, diferente a otros. Esta interacción de componentes varía en espacio y tiempo para cubrir un estado dinámico del hábitat que se refleja en un ecosistema único, lo cual representa la función ecológica de dicho hábitat.

La percepción del paisaje cae en dos líneas antagónicas; la antropogénica y la ambiental. La primera es la interpretación que se tiene del ambiente o de un lugar "x", donde el "hombre" lo interpreta en diversas acepciones, según el marco de referencia que evalúa el observador, lo cual define una interpretación subjetiva.

El punto de vista ambiental o ecológico concibe al paisaje como un conjunto de elementos de un territorio ligados por las relaciones de interdependencia, los cuales tienen una función ecológica en el sitio o hábitat, que interactúan con los habitantes residentes y/o transitorios que hacen acopio de los recursos naturales presentes en dicho paisaje.

Así, en la evaluación del paisaje para los propósitos de esta manifestación de impacto ambiental, se debe considerar desde el punto de vista ecológico, el análisis del estado actual del ambiente, así como el escenario a futuro, bajo la afectación que pueda generar el Proyecto, para lo cual se consideran indicadores y/o parámetros descriptivos que se caracterizan por ser unidades continuas, desde el punto de vista estadístico, útiles para evaluar el paisaje.

En este caso, para la valoración del paisaje se utilizó la metodología de valoración directa a través de las categorías estéticas manejada por González Alonso Santiago *et al.* (1983), quienes indican su aplicación por el U.S.D.A. Forest Service y el Bureau of Land Management (BLM) de Estados Unidos, en combinación con la identificación y descripción del paisaje total de acuerdo con Escribano *et al.* (1987).

El estudio del paisaje se basa en la interpretación y explicación de lo que una persona ve, principalmente caracterizado por los elementos que pueden ser percibidos por el observador (vegetación, relieve, corrientes de agua, rocas expuestas, etc.). Asimismo, se puede considerar al paisaje como un recurso natural que tiene una consideración especial dentro de la valoración ambiental cuando está en función de los proyectos de desarrollo.

La valoración del paisaje incorpora a los recursos naturales y actividades antrópicas, con ello esta valoración se hace a través de la calidad y la fragilidad.

La calidad visual se refiere a la valoración del atractivo visual y se ha establecido como un recurso básico, tratado como parte esencial, recibiendo igual consideración que los demás recursos del medio físico, además es valorado en términos comparables al resto de los recursos. La percepción del paisaje es una acción de interpretación por parte del observador donde, además del problema perceptivo, surge una nueva complicación: la adjudicación posterior de un valor. Una vez que el evaluador ha percibido el escenario, el proceso de evaluación le exige realizar una ponderación de los componentes de la

escenografía ambiental que puede resultar subjetiva y diferente de un segundo evaluador, por ello, se toma en consideración que la calidad visual del paisaje tiene interés para adoptar alternativas de uso o cuando se necesitan cánones de comparación.

La visualización de un paisaje incluye tres elementos de percepción:

- La calidad visual intrínseca, que son las características del punto donde se encuentra el observador.
- La calidad visual del entorno inmediato, que son las vistas directas del entorno.
- La calidad del fondo escénico, entendido como el conjunto que constituye el fondo visual de cada punto del territorio.

Para evaluar la calidad visual se trabaja a través de la valoración de los atributos del paisaje, basado en sus características intrínsecas como son la preferencia del espectador, la complejidad ecológica, la rareza, la topografía y geomorfología (grado de visibilidad).

Durante la evaluación del paisaje en la zona del Proyecto, se tomaron las características de los sitios y las imágenes respectivas. En el sitio se identificaron los atributos del paisaje que pudieran ser afectados por las actividades del Proyecto y se simuló un contraste visual de la siguiente manera:

1. Toma de fotografías en cada sitio seleccionado la que muestra la imagen del escenario.
2. Registro de elementos del paisaje.
3. Manejo de imágenes y la información en gabinete.

Los criterios para la evaluación de la calidad escénica se presentan en la Tabla IV.17, donde los atributos considerados están justificados en su operación por el U.S.D.A. Forest Service y el Bureau of Land Management (BLM) de Estados Unidos. Para la valoración final se toma, de la misma metodología, los niveles de sensibilidad de acuerdo con la sumatoria de ponderación como se muestra en el cuadro de valoración al paisaje.

Tabla IV.17. Valoración del paisaje.

PONDERACIÓN	5	3	1
Morfología	Relieve muy montañosos, marcado y prominente (acantilados, aguas ígneas, grandes formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionadas o sistemas de dunas	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales	Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesantes	Algunas variedades en la vegetación, solo uno o dos tipos	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación
Hidrología	Factor dominante en el paisaje; apariencia limpia y clara, aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo	Aguas en movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje	Ausente o inapreciable
Color	Combinaciones de color intensa y variada, o contrastes agradables entre suelo, vegetación, roca y nieve	Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante	Muy poca variación de color o contrastes, colores apagados
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto
Rareza	Único o poco común, o muy raro en la región, posibilidad real de contemplar fauna y vegetación de manera excepcional	Característico, aunque similar a otros en la región	Bastante común en la región
Actividades humanas	Libre de actividades estéticamente indeseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en una totalidad o las actuaciones no añaden calidad visual	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica.

Fuente: González Alonso Santiago *et al.* (1983)

La valoración paisajística general del Sistema Ambiental y del área de Proyecto se realizó considerando los siguientes criterios:

1) Valoración estética:

- Común o áreas con características y rasgos ordinarios en la región.
- Frecuente o áreas que reúnen una mezcla de características excepcionales para algunos aspectos y comunes para otros.
- Excepcional o única, estas son áreas que reúnen características excepcionales para cada aspecto considerado.

2) Valoración ecosistémica:

- Conservada, guarda procesos ecosistémicos originales y con alta resiliencia.
- Deteriorada, los procesos ecosistémicos han sido alterados y ha disminuido su capacidad de resiliencia.

- Progresiva, existen factores o fuerzas exógenas, que están promoviendo esa tendencia, ya sea de conservación o de deterioro.
- Regresiva, se refiere a que existen factores o fuerzas exógenas y endógenas, están revirtiendo esa tendencia.

Para tener una valoración del paisaje en el sitio se realiza la sumatoria de la ponderación de atributos. Así, el resultado obtenido se incluye en alguna de las tres categorías de sensibilidad indicadas en la Tabla IV.18.

Tabla IV.18. Sensibilidad del paisaje por algún tipo de alteración.

PONDERACIÓN	SENSIBILIDAD	CATEGORÍA	CRITERIO	VALOR NUMÉRICO
A	Alta	Clímax	Mantienen sus características originales y prevalece una estabilidad equilibrio entre los subsistemas abiótico, biótico y antrópico, tienen alta capacidad de resiliencia y muy bajo nivel de deterioro. Existen procesos edafogenéticos y recolonización vegetal que garantizan el mantenimiento de la riqueza y el equilibrio de sus paisajes. Con aprovechamiento del potencial natural, sin afectar la regeneración natural.	19 – 33
B	Media	Paraclímax	Presenta una situación de estabilidad favorable, aunque puede ser frágil debido a acciones antrópicas sobre los componentes bióticos que han simplificado el sistema, incrementando su sensibilidad a impactos externos. No obstante, la baja incidencia e intensidad no compromete el equilibrio alcanzado, de tal forma que los escasos desajustes espaciales y temporales del potencial ecológico pueden ser restaurados.	12 – 18
C	Baja	Degradado	Presenta diversas situaciones de deterioro en distinto grado y manifiesta una sensible inestabilidad. La posibilidad de recuperación de un paisaje degradado depende de su nivel de deterioro.	0 – 11

Fuente: González Alonso Santiago *et al.* (1983).

El Sistema Ambiental presenta un valle que tiene su origen a partir de la unión en su parte oriente de las sierras El Mascarón y Las Bocas. Estas dos sierras son paralelas entre sí y dicha unión deriva en la formación de una cadena montañosa en forma de “U” abierta al poniente que da lugar al valle. Estas sierras se levantan más de seiscientos metros desde la base y sus cumbres superan los tres mil metros.

El SA presenta una morfología de valle rodeado de un relieve montañoso y abierto al poniente, con formas erosivas interesantes y relieve variado en tamaño y forma; se desarrolla el matorral desértico como tipo de vegetación dominante, con alguna variedad en sus estratos; la hidrología es inapreciable; hay contrastes de color agradables entre suelo, vegetación y roca; el paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual; aunque es un paisaje característico, es similar a otros en la región; la calidad

escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en una totalidad, por lo que no añaden calidad visual, evidente sobre todo en las proximidades de la Unidad Minera Peñasquito.

Con base en lo anterior, podemos afirmar que el Sistema Ambiental en donde se ubicará el Proyecto muestra una sensibilidad del paisaje Media, con una categoría de Preclímax, donde se presenta una situación de estabilidad favorable, aunque puede ser frágil debido a acciones antrópicas sobre los componentes bióticos que han simplificado el sistema, incrementando su sensibilidad a impactos externos. No obstante, la baja incidencia e intensidad no compromete el equilibrio alcanzado, de tal forma que los escasos desajustes espaciales y temporales del potencial ecológico pueden ser restaurados (Figura IV.24).

En el área de Proyecto -explícitamente en los puntos con vegetación remanente- predomina el matorral desértico con asociaciones micrófilas y rosetófilas; con una distribución más o menos uniforme.

Debido a que el Proyecto Planta Prototipo EcoTails se desarrollará dentro de las instalaciones de la Unidad Minera Peñasquito, la valoración del paisaje actual en el sitio donde se instalará es baja. Su morfología presenta fondos de valle planos, sin ningún detalle singular; la vegetación que se desarrolla es matorral desértico con algunas variedades en la vegetación en sus estratos; la hidrología está ausente; el color presenta alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes del suelo, roca y vegetación, por lo que no actúa como elemento dominante; el paisaje adyacente (industrial) ejerce influencia en la calidad del conjunto; el paisaje es bastante común en la zona si tomamos en cuenta que es parte de la UMP ; la calidad escénica está afectada por modificaciones intensas y extensas que la reducen o anulan.

En este sitio la sensibilidad del paisaje es Baja, con una categoría de Degradado, asociada al desarrollo de las actividades de la Unidad Minera Peñasquito, con una tendencia hacia el desarrollo progresivo de la degradación. Es importante destacar que, dado que el Proyecto se desarrollará dentro de las instalaciones de la Unidad Minera Peñasquito, el paisaje del Sistema Ambiental no se verá afectado por este.

Morfología	3		
Vegetación	3		
Hidrología	0		
Color	3		
Fondo escénico	3		
Rareza	2		
Actividades humanas	1		
Total	15		
Clase	B		

Figura IV.24. Valoración paisajística del Sistema Ambiental.

IV.2.4 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

IV.2.4.1 CONTEXTO REGIONAL

El valle de Mazapil se encuentra enclavado en las estribaciones de la Sierra Madre Oriental que penetran la Mesa Central, en el extremo norte del estado de Zacatecas. En el corazón

del valle se encuentra la localidad de Mazapil, cabecera del extenso municipio que lleva el mismo nombre, situada a 292 kilómetros de la capital del estado de Zacatecas y 22 kilómetros al oeste del mineral de Concepción de Oro.

El municipio de Mazapil está ubicado en la zona árida del estado de Zacatecas. Colinda al norte con el municipio de Melchor Ocampo y el estado de Coahuila de Zaragoza; al este con el estado de Coahuila de Zaragoza, el municipio de Concepción de Oro y el estado de San Luis Potosí; al sur con el estado de San Luis Potosí, los municipios de Villa de Cos y General Francisco R. Murguía; al oeste con el municipio de General Francisco R. Murguía y el estado de Durango.

El municipio de Mazapil ocupa el 16 % de la superficie estatal, siendo el municipio más extenso del territorio zacatecano, y el segundo municipio con mayor extensión del país. El territorio municipal es completamente árido y cuenta con grandes llanuras, en las que se encuentran las sierras de Calabaza, Gruñidora, La Candelaria de Guadalupe, Barroco y Solitario de Teyra.

Los pocos afluentes superficiales de que dispone la región no son de importancia por su bajo volumen de agua, debido a ello, la agricultura es de temporal, de tal manera que resulta muy difícil el aprovechamiento de tal recurso. En este municipio se localizan los arroyos de La Victoria, los Canales, Seco, Méndez, Salitrillo, Grande, La Fortuna y Ojo de Agua. De acuerdo con el INEGI, el municipio cuenta con 4.09 km² de cuerpos de agua y 12,138.6 km² de superficie continental. Los usos de suelo en Mazapil son:

Tabla IV.19. Usos de suelo en el municipio de Mazapil, Zacatecas³.

USO DE SUELO	SUPERFICIE (KM ²)
Matorral desértico	10,669
Vegetación secundaria	961.3
Agricultura	234.5
Bosque	196.2
Pastizal	56.5
Áreas sin vegetación	10.6
Otros tipos de vegetación	4.9
Áreas urbanas	0.8

Fuente: INEGI, 2010.

El municipio está constituido por 169 localidades⁴ y 69 ejidos⁵, siendo la cabecera municipal la localidad de Mazapil. Entre las localidades principales se puede mencionar a: San Juan de los Charcos, Nuevo Tampico, La Pendencia, Apizolaya, el Rodeo, La Herradura, Los Haros, Hidalgo, Estación Camacho, Ignacio Allende, El Cardito, El Calabazal, Noria del Junco, Tanque de Hacheros, Cedros, Tecolotes, Santa Rosa, San José de Carbonerillas, La

³ Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2010 – Accedido Agosto, 2014.

⁴ Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2010 – Accedido Agosto, 2014.

⁵ Secretaría de la Reforma Agraria, 2014 -Accedido Agosto, 2014.

Cardona, San Tiburcio, El Vinatero, El Jagüey, Nuevo Mercurio y la ya mencionada cabecera municipal.

Según datos del Censo de INEGI 2010, el municipio cuenta con un total de 4,291 viviendas particulares de un total de 376,913 viviendas con las que cuenta el estado de Zacatecas. En la siguiente tabla se presenta el porcentaje de las viviendas particulares en el municipio y en el estado que cuentan con servicios básicos.

Tabla IV.20. Cantidad y porcentajes (a nivel municipal y estatal) que cuentan con servicios básicos en Mazapil.

SERVICIO	MAZAPIL (# DE CASAS)	MAZAPIL (%)	ZACATECAS (#DE CASAS)	ZACATECAS (%)
Agua de la red pública	2,358	55	340,475	90
Drenaje	2,681	62	331,947	88
Energía eléctrica	4,071	95	366,164	97

Fuente: INEGI, 2010.

Cabe resaltar que, de acuerdo con estos datos, únicamente el 55 % de las viviendas del municipio cuenta con agua entubada de la red pública, a comparación del estado de Zacatecas, que casi en su totalidad cuenta con este servicio, mientras que casi la totalidad de las viviendas de Mazapil cuentan con energía eléctrica.

El sistema educativo del municipio de Mazapil cuenta con 175 centros escolares, de ellos 57 son prescolares, 70 son primarias, 43 son secundarias, 4 son bachilleratos y 1 es una escuela superior técnica. Mazapil también cuenta con 9 bibliotecas escolares y 3 bibliotecas públicas.

IV.2.4.2 DEMOGRAFÍA

Mazapil es el municipio número 23 en importancia poblacional en el estado de Zacatecas. De acuerdo con los resultados definitivos del Censo de Población y Vivienda 2010, la población del municipio de Mazapil es de 17,813 habitantes (9,331 hombres, equivalente al 52.4 %; y 8,482 mujeres -47.6 %-), divididos en 4,275 hogares (Tabla IV.21).

La densidad poblacional del municipio es de 1.30 habitantes por km² distribuidos en las localidades activas, las cuales pertenecen al ámbito rural y 32.60 % de las cuales presentan un alto nivel de marginación.

Tabla IV.21. Indicadores de población del municipio de Mazapil y el estado de Zacatecas con respecto a la población nacional.

POBLACIÓN	PAÍS	ZACATECAS	MAZAPIL	AÑO
Población total	112,336,538	1,490,668	17,813	2010
Población total Hombres	54,855,231	726,897	9,331	2010
Población Total Mujeres	57,481,307	763,771	8,482	2010
Relación hombres-mujeres	95.4	95.2	110.0	2010
Porcentaje de la Población de 15 a 29 años	27.1	26.3	24.6	2005
Porcentaje de población de 15 a 29 años hombres	26.7	25.2	25.1	2005
Porcentaje de población de 15 a 29 años mujeres	27.4	27.4	24.0	2005
Porcentaje de población de 60 y más años	8.3	9.9	13.6	2005
Porcentaje de población de 60 y más años hombres	8.0	10.0	13.7	2005
Porcentaje de población de 60 y más años mujeres	8.6	9.7	13.5	2005
Hogares	28,159,373	372,662	4,275	2010
Hogares con jefe hombre	21,243,167	294,077	3,756	2010
Hogares con jefe mujer	6,916,206	78,585	519	2010
Tamaño promedio de los hogares	3.9	4.0	4.2	2010
Nacimientos	2,628,885	35,277	424	2008
Nacimientos hombres	1,316,503	17,984	211	2008
Nacimientos mujeres	1,311,884	17,292	213	2008
Defunciones generales	563,516	7,910	93	2009
Defunciones generales hombres	315,254	4,395	59	2009
Defunciones generales mujeres	248,020	3,514	34	2009
Tasa de mortalidad infantil	24.9	26.8	34.2	2000
Matrimonios	589,352	9,368	137	2008
Divorcios	81,851	1,241	0	2008

Estos hogares tienen un tamaño promedio de 4.2 habitantes, comparados al tamaño promedio al nivel estatal de 4.0 habitantes. De los hogares en el municipio, 3,756 (87.9 %) tienen jefatura masculina, mientras que 519 (12.1 %) de ellos tienen jefatura femenina. No se identificaron tasas recientes de emigración o inmigración en el municipio, así como datos recientes de tasas de desempleo. Mazapil sufrió 99 defunciones en 2012 y celebró 436 nacimientos y 164 matrimonios.

Las localidades más cercanas al área de influencia de la Unidad Minera Peñasquito son: Mazapil, Nuevo Peñasco, Los Cedros, Palmas Grandes, Las Mesas, Los Charcos y Cerro Gordo (Figura IV.25). Las comunidades mencionadas anteriormente están ubicadas dentro del radio más cercano de intervención de la operación de la Unidad Minera, que es de aproximadamente 14 km desde el centro de operaciones hasta Mazapil, comunidad considerada como la cabecera del municipio del mismo nombre. En las siguientes secciones se presentan los datos sociodemográficos más relevantes para estas comunidades.



Figura IV.25. Comunidades cercanas al área de influencia del Proyecto.

IV.2.4.3 MAZAPIL

La comunidad de Mazapil es la cabecera municipal del municipio del mismo nombre. Se encuentra localizada aproximadamente a 15 km al este de la Unidad Minera Peñasquito. Esta comunidad, fundada en 1568, es la más antigua de la región, y probablemente una de las más antiguas del país. Es el centro político del municipio, siendo la comunidad más poblada y desarrollada.

La comunidad se percibe como muy concentrada y con un núcleo definido alrededor de su plaza central en la que destaca una pequeña catedral y donde se concentran la mayoría de sus servicios. Es una comunidad activa y dinámica, con diversas actividades económicas y culturales.

De acuerdo con el censo 2010, Mazapil cuenta con 794 habitantes, 406 hombres y 388 mujeres, en un total de 196 viviendas, aunque dichos números pueden variar debido a la población flotante, sobre todo de alumnos de distintas partes del estado que van a estudiar al Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP) o de gente que trabaja en las distintas compañías mineras asentadas en la región.

Debido al incremento de la población por la presencia de estas empresas mineras y contratistas, Mazapil ha abierto diferentes negocios de servicios, lo que ha diversificado sus actividades y fuentes de ingresos.

De manera general se podría mencionar que sus viviendas están construidas con concreto, incluyendo los techos y sólo unas cuantas casas de adobe y techos de lámina. La mayoría de ellas cuentan con los servicios de electricidad y drenaje, por lo que se perciben en mejores condiciones que las viviendas en las demás comunidades de la región.

Mazapil cuenta con distintos centros sociales y culturales, dentro de los cuales destaca una catedral ubicada en el centro y el Instituto Municipal de Cultura, ubicada en la Casa del Marqués, que cuenta con seis salas de exposiciones en las que se muestran documentos del siglo XVI y XVII, actas de ventas de esclavos, padrones, fotografías antiguas, entre otros objetos de valor histórico. Mazapil es también una de las sedes del Festival del Folclor Internacional que se organiza actualmente en el estado de Zacatecas.

Además del CONALEP, la comunidad cuenta con una telesecundaria y una escuela primaria. La comunidad cuenta con una Unidad Medico-Familiar del Instituto Mexicano del Seguro Social, especializada en Medicina General.

El Catálogo de Localidades clasifica a esta comunidad con un grado de marginación bajo, tomando como criterio los aspectos que se muestran en la Tabla IV.22.

Tabla IV.22. Indicadores de marginación para la comunidad de Mazapil, municipio de Mazapil, Zacatecas.

MAZAPIL	2005	2010
Población total	542	794
% Población de 15 años o más analfabeta	8.55	7.16
% Población de 15 años o más sin primaria completa	30.42	20.19
% Viviendas particulares habitadas sin excusado	5.00	6.12
% Viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica	2.86	0.51
% Viviendas particulares habitadas sin agua entubada	4.29	4.62
% Ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas	26.43	1.04
% Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	17.86	4.1
% Viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador	17.86	14.29
Índice de marginación	1.18415	1.14782
Grado de marginación	Bajo	Bajo
Lugar que ocupa en el contexto nacional		99718

Fuente: Catálogo de localidades, SEDESOL

Minera Peñasquito S.A. de C.V. participa activamente en la gestión de recursos de programas estatales y federales para el desarrollo de infraestructura social y productiva en la región. También se tienen alianzas estratégicas con instituciones para la promoción del desarrollo local y la implementación de programas de desarrollo comunitario.

En cuanto a compromisos clave o de gran impacto hacia esta comunidad, destacan los siguientes:

- Fomento a iniciativas de desarrollo de infraestructura local.
- Apoyo a la educación local y regional con la construcción de un CONALEP en coordinación con las instituciones de educación correspondientes.
- Fomento a la educación a través de becas estudiantiles para hijos de ejidatarios.
- Colaboración con instituciones de salud.
- Coordinación con las autoridades locales para la rehabilitación y/o construcción de sitios prioritarios para la población en general.

Un ejemplo de estas actividades es el CONALEP, construido principalmente con recursos de la Empresa, y que está recibiendo actualmente apoyo económico para el mantenimiento de los albergues, así como para facilitar otro tipo de actividades, dentro de las que destaca un taller mecánico en el cual participan los estudiantes con motivos de formación técnica. El CONALEP ha servido como semillero para formar futuros empleados con distintas capacidades técnicas para la operación de la Unidad Minera Peñasquito y las demás empresas mineras de la región.

En cifras, el CONALEP cuenta actualmente con 231 alumnos inscritos, los cuales proceden de 55 comunidades dispersadas en 5 municipios: Mazapil, Melchor Ocampo, El Salvador,

Villa de Cos y Concepción del Oro. El 98 % de los alumnos recibe algún tipo de beca y el 50 % de los alumnos reciben servicio de albergue. La primera generación del 2012 contó con 74 graduados, en la segunda generación de 2013 fueron 56 graduados. De este total se han contratado a 45 graduados en Minera Peñasquito.

Pero existen algunas otras empresas mineras alrededor y múltiples empresas contratistas en las que se pueden contratar. Este es un ejemplo de la colaboración de la empresa y otras instituciones para desarrollar capacidades en la población local que les brinden las herramientas necesarias para mejorar su calidad de vida de manera sustentable.

IV.2.4.4 LOS CHARCOS

La comunidad de Los Charcos se encuentra en el municipio de Mazapil, aproximadamente a 5 km al sur de la Unidad Minera Peñasquito, siendo una de las comunidades más cercanas a las operaciones de la mina.

Esta comunidad se percibe como una de las menos desarrolladas dentro de las comunidades del perímetro de influencia de la UMP, y en general en el municipio. La localidad está muy desconcentrada en cuanto a la ubicación de los hogares y no tiene un núcleo definido. Está compuesta por viviendas de adobe y techos de lámina, y las casas se podrían considerar como poco desarrolladas por el tipo de materiales empleados para su construcción.

De acuerdo con el censo 2010, Los Charcos cuenta con 93 habitantes -45 hombres y 48 mujeres- en un total de 49 viviendas. La población se dedica principalmente a la agricultura de maíz y frijol, y a la ganadería, ambas actividades con fines de subsistencia.

No se presentan actividades comerciales. La comunidad cuenta con una escuela primaria con una cancha de basquetbol y futbol y con una casa de salud. Sin embargo, de acuerdo con la información que se cuenta del trabajo realizado en campo se conoce que actualmente la escuela está cerrada debido al número reducido de niños en edad escolar.

El Catálogo de Localidades clasifica a esta comunidad con un grado de marginación alto, tomando como criterio los aspectos que se muestran en la Tabla IV.23.

Tabla IV.23. Indicadores de marginación para la comunidad de Los Charcos, municipio de Mazapil, Zacatecas.

LOS CHARCOS	2005	2010
Población total	58	93
% Población de 15 años o más analfabeta	11.11	8.33
% Población de 15 años o más sin primaria completa	61.11	35.00
% Viviendas particulares habitadas sin excusado	11.11	42.11
% Viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica	0.00	5.26
% Viviendas particulares habitadas sin agua entubada	100.00	36.84
% Ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas	33.33	1.72
% Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	11.11	5.26
% Viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador	88.89	42.11
Índice de marginación	0.12747	0.28189
Grado de marginación	Alto	Alto
Lugar que ocupa en el contexto nacional		56,819

Fuente: Catálogo de localidades, SEDESOL

Como parte de la relación que mantiene con la Empresa, desde 2011 ha apoyado con materiales de construcción de vivienda para rehabilitar los hogares de los pobladores de esta localidad. Asimismo, se han apoyado diferentes proyectos locales para fomentar el desarrollo personal y productivo, además de becas para fomentar la educación.

IV.2.4.5 LAS MESAS

La comunidad de Las Mesas se encuentra en el municipio de Mazapil, aproximadamente a 5 km al sur de la operación de la mina y a unos metros al sur de la presa de Jales. Esta comunidad se percibe un poco más desarrollada a comparación de Los Charcos u otras comunidades de la región, pero, aun así, su grado de desarrollo es bajo.

En general, está más concentrada en cuanto a la ubicación de los hogares y con un núcleo más definido. Cuenta con una iglesia católica en buen estado, la cual está situada en la parte central de la comunidad, pero sin ser parte de una plaza o núcleo cultural identificable a simple vista.

La comunidad está compuesta por 35 viviendas, algunas de ellas de adobe y techos de lámina, pero también se observaron casas de concreto. Los caminos de la comunidad no cuentan con pavimentación y carece de algunos servicios básicos.

Las Mesas cuenta con 138 habitantes; 77 hombres y 61 mujeres. La población se dedica principalmente a la ganadería y a la agricultura de maíz y frijol, ambas actividades con fines de subsistencia. No se presentan actividades comerciales de ningún otro tipo, salvo una tienda de abarrotes del programa Diconsa. La comunidad cuenta con una escuela primaria con una cancha de basquetbol y fútbol, y una escuela telesecundaria, ambas funcionales. También cuenta con una casa de salud la cual se percibe como funcional y en buen estado.

El Catálogo de Localidades clasifica a esta comunidad con un grado de marginación alto, tomando como criterio los aspectos que se muestran en la Tabla IV.24.

Tabla IV.24. Indicadores de marginación para la comunidad de Las Mesas, municipio de Mazapil, Zacatecas.

LAS MESAS	2005	2010
Población total	92	138
% Población de 15 años o más analfabeta	16.92	6.86
% Población de 15 años o más sin primaria completa	56.92	37.00
% Viviendas particulares habitadas sin excusado	26.09	31.43
% Viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica	4.35	5.71
% Viviendas particulares habitadas sin agua entubada	0.00	22.86
% Ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas	21.74	1.15
% Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	56.52	22.86
% Viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador	56.52	20.00
Índice de marginación	0.30378	0.55312
Grado de marginación	Alto	Alto
Lugar que ocupa en el contexto nacional		70,754

Fuente: Catálogo de localidades, SEDESOL

De la relación que existe entre la Empresa y la localidad, está la contratación de pobladores en Minera Peñasquito, empleo que representa más del 60% de personas en edad productiva de la localidad. Además, se atienden y promueven propuestas para emprender proyectos productivos y se cuenta con un programa de becas para estudiantes.

IV.2.4.6 PALMAS GRANDES

La comunidad de Palmas Grandes se encuentra en el municipio de Mazapil, aproximadamente a 4 km al oeste de la operación de la mina. De hecho, esta comunidad es posiblemente una de las más cercanas a la operación de la mina, junto con Los Charcos y Las Mesas.

Esta comunidad puede considerarse un poco más desarrollada que Los Charcos u otras comunidades de la región, ya que la mayoría de las viviendas están construidas con paredes y techos de concreto y algunas de las casas cuentan con un segundo piso. Sin embargo, los caminos de la comunidad no cuentan con pavimentación y carece de algunos servicios básicos.

En general, Palmas Grandes no está más concentrada en cuanto a la ubicación de los hogares y no cuenta con un núcleo definido. La comunidad cuenta con 148 habitantes, 83 hombres y 65 mujeres, en un total de 31 viviendas.

La población se dedica a la agricultura de maíz y frijol con fines de subsistencia, pero en menor grado, a comparación de la mayoría de las comunidades en la región. Esto se debe principalmente a que un gran porcentaje de la población trabaja actualmente en la mina, siendo ésta la principal fuente de empleo en la comunidad.

Se desarrollan actividades comerciales, por ejemplo, una repostería y panadería conocida como “La Casa del Pastel”, la cual fue fundada y operada actualmente con recursos de Minera Peñasquito, como parte del programa de proyectos productivos de esta compañía. El proyecto está en su etapa inicial, actualmente se está equipando y las mujeres que participan en el proyecto han recibido las primeras capacitaciones en cuanto a la elaboración de los productos con la mayor calidad y a la administración del negocio para asegurar así su operación a largo plazo. Se observó también una tienda de abarrotes del programa Diconsa que se encontraba operando y en buen estado.

La comunidad cuenta con una escuela primaria que tiene una cancha de basquetbol a su costado. También cuenta con una casa de salud la cual se percibe como funcional y en buen estado. El Catálogo de Localidades clasifica a esta comunidad con un grado de marginación alto, tomando como criterio los aspectos que se muestran en la Tabla IV.25.

Tabla IV.25. Indicadores de marginación para la comunidad de Palmas Grandes, municipio de Mazapil, Zacatecas.

PALMAS GRANDES	2005	2010
Población total	82	148
% Población de 15 años o más analfabeta	30.51	13.33
% Población de 15 años o más sin primaria completa	54.24	33.98
% Viviendas particulares habitadas sin excusado	5.88	25.81
% Viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica	17.65	9.68
% Viviendas particulares habitadas sin agua entubada	100.00	93.55
% Ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas	23.53	1.45
% Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	23.53	16.13
% Viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador	58.82	32.26
Índice de marginación	0.07106	0.17277
Grado de marginación	Alto	Alto
Lugar que ocupa en el contexto nacional		51,804

Fuente: Catálogo de localidades, SEDESOL

Como parte de la relación que se mantiene con el ejido, la Empresa proporciona becas, materiales para el mejoramiento de vivienda y apoyo para el desarrollo de proyectos productivos, así como estímulo de becas para estudiantes.

IV.2.4.7 LOS CEDROS

La comunidad de Los Cedros se encuentra en el municipio de Mazapil, aproximadamente a 8 km al noroeste de la operación de la Unidad Minera. Esta comunidad, junto con Mazapil, es la más desarrollada y habitada de la región, y en general se percibe como muy concentrada y con un núcleo definido alrededor de una plaza central en la que destaca un pequeño templo.

La mayoría de las casas colinda una con la otra y los servicios se encuentran concentrados en el centro. Además, es activa y dinámica desde un punto de vista económico, ya que se

presentan diversos comercios; sin embargo, no se presentan tantas actividades culturales como en el caso de Mazapil.

Los Cedros está, en general, compuesta por viviendas de concreto, incluyendo los techos, y sólo en ocasiones muy contadas se observaron viviendas con techos de lámina. La mayoría de éstas se perciben como más desarrolladas a comparación del promedio de las viviendas observadas en las comunidades de la región. Esto se debe a que en general cuentan con servicios públicos básicos y muchas de ellas cuentan con un segundo piso, así como con servicio telefónico. Los caminos internos están en su mayoría pavimentados.

Los Cedros cuenta con 1,013 habitantes, 534 hombres y 479 mujeres, en un total de 204 viviendas.

La población se dedica a diversas actividades comerciales, dentro de las que destacan las tiendas de abarrotes, mercados informales de ropa, talleres mecánicos y restaurantes, entre otros. Se observó también una tienda de abarrotes del programa Diconsa. Debido a que Los Cedros es más un núcleo urbano que rural, no se presentan actividades ganaderas o agrícolas importantes en la comunidad.

La comunidad cuenta con una catedral ubicada en el centro de la comunidad, la cual está rodeada de una plaza comunitaria, un salón ejidal y lo que fueron las instalaciones de una hacienda. La comunidad cuenta también con una telesecundaria construida con apoyo económico de Minera Peñasquito S.A. de C. V. y una escuela primaria. Además, cuenta con una Unidad Médica Rural del Instituto Mexicano del Seguro Social.

El Catálogo de Localidades clasifica a esta comunidad con un grado de marginación medio, tomando como criterio los aspectos que se muestran en la Tabla IV.26.

Tabla IV.26. Indicadores de marginación para la comunidad de Los Cedros, municipio de Mazapil, Zacatecas.

LOS CEDROS	2005	2010
Población total	624	1,013
% Población de 15 años o más analfabeta	14.42	8.59
% Población de 15 años o más sin primaria completa	46.84	32.28
% Viviendas particulares habitadas sin excusado	12.24	7.84
% Viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica	4.76	5.42
% Viviendas particulares habitadas sin agua entubada	2.04	9.36
% Ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas	30.61	1.37
% Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	7.48	3.94
% Viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador	40.14	18.14
Índice de marginación	0.82761	0.84230
Grado de marginación	Medio	Medio
Lugar que ocupa en el contexto nacional		86,262

Fuente: Catálogo de localidades, SEDESOL

Los indicadores de marginación presentados en la Tabla IV.38 reflejan un aumento en los niveles de bienestar generales de los habitantes de la localidad de Los Cedros de 2005 a 2010, además de un aumento considerable (62.3%) de su población.

Como parte de los apoyos que ha otorgado la empresa a la localidad se pueden considerar la rehabilitación de caminos, la instalación de pozos, habilitación de red telefónica e internet, apoyo a proyectos productivos y mejoramiento de vivienda, apoyo educativo en becas para estudiantes.

IV.2.4.8 NUEVO PEÑASCO

La comunidad de Nuevo Peñasco se encuentra en el municipio de Mazapil, aproximadamente a 3 km al oeste de la operación de la Unidad Minera. Esta comunidad es de reciente creación, ya que se trata de un reasentamiento llevado a cabo en 2006 de dicha comunidad que estaba localizada en donde hoy se encuentran ubicadas las operaciones de la UMP.

Nuevo Peñasco en general fue trazado a modo de fraccionamiento, con calles ordenadas y casas de un similar estilo arquitectónico. En general, está concentrada en cuanto a la ubicación de los hogares y con un núcleo más definido. Está compuesta por viviendas de paredes y techos de concreto. Nuevo Peñasco cuenta con 75 habitantes, 37 hombres y 38 mujeres, en un total de 13 viviendas.

Más del 50 % de la población de Nuevo Peñasco se encuentra actualmente trabajando para la mina y, adicionalmente, la gente también se dedica a la ganadería y a la agricultura de maíz y frijol, ambas actividades con fines de subsistencia. Algunas de las familias que ahí habitan cuentan con corrales y parcelas. No se observan actividades comerciales de ningún otro tipo.

La comunidad cuenta con una escuela primaria que tiene una cancha de basquetbol y futbol. Adicionalmente, cuenta con un templo en buen estado situado en la parte central de la comunidad, pero sin ser parte de una plaza o núcleo cultural definido. La comunidad no tiene una casa de salud. La gente se traslada a Cedros para atenderse en caso de enfermedad o de alguna emergencia.

El Catálogo de Localidades clasifica a esta comunidad con un grado de marginación alto, tomando como criterio los aspectos que se muestran en la Tabla IV.27.

Tabla IV.27. Indicadores de marginación para la comunidad de Nuevo Peñasco, municipio de Mazapil, Zacatecas.

NUEVO PEÑASCO	2005	2010
Población total	69	75
% Población de 15 años o más analfabeta	26.67	26.00
% Población de 15 años o más sin primaria completa	57.78	43.75
% Viviendas particulares habitadas sin excusado	16.67	0.00
% Viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica	8.33	0.00
% Viviendas particulares habitadas sin agua entubada	83.33	100.00
% Ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas	58.33	1.22
% Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	33.33	0.00
% Viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador	91.67	23.08
Índice de marginación	0.34386	0.33702
Grado de marginación	Alto	Alto
Lugar que ocupa en el contexto nacional		59,454

Fuente: Catálogo de localidades, SEDESOL

Como parte de los apoyos que ha otorgado la Empresa a la localidad, se pueden considerar la rehabilitación de caminos, apoyo a proyectos productivos y mejoramiento de vivienda, así como apoyo educativo a través del programa de becas.

IV.2.4.9 CERRO GORDO

La comunidad de Cerro Gordo se encuentra en el municipio de Mazapil, aproximadamente a 3 km al este de la operación de la mina. Esta comunidad estaba conformada por 29 familias de ejidatarios, de las cuales sólo permanece una familia. La mayoría ha migrado a Mazapil o a otras ciudades del norte del país. Actualmente cuenta con 2 habitantes, una persona de 99 años y su hija.

Cerro Gordo está principalmente compuesto por viviendas de adobe y techos de lámina, aunque se observaron algunas viviendas con paredes y techos de concreto. Los habitantes de la localidad se dedican a la ganadería. No se desarrolla ninguna otra actividad comercial. La comunidad cuenta con una escuela primaria, actualmente abandonada. No cuenta con una casa de salud. Los dos habitantes de la comunidad se trasladan a Mazapil en caso de enfermedad.

El Catálogo de Localidades no cuenta con una clasificación de esta comunidad.

En resumen, en el estado de Zacatecas, entre 1990 y 2005 no hubo un crecimiento poblacional significativo, con crecimientos anuales de menos de un cuarto de punto porcentual, al grado que en el II Censo de Población y Vivienda del 2005, 43 de los 58 municipios mostraron una reducción de su población con respecto al año 2000. Sin embargo, la tendencia al estancamiento se ha modificado en los últimos años, debido al regreso de migrantes a sus comunidades procedentes de los Estados Unidos de América, principalmente. Actualmente a nivel estatal la tasa de crecimiento poblacional aumentó a 1.74 % en promedio anual.

En los últimos años, la población del municipio de Mazapil, al igual que la estatal, presentó una tasa de crecimiento positiva, con un incremento de 2,224 habitantes con respecto al II Censo de Población y Vivienda 2005. Este fenómeno se observa en mayores proporciones en las comunidades de Cedros, Palmas Grandes, Las Mesas, El Peñasquito y Mazapil, lo cual es reflejo de las oportunidades económicas en esta región. Este crecimiento poblacional se atribuye al retorno de migrantes y a la apertura de fuentes de empleos, lo que ha influido positivamente en el arraigo de los habitantes a sus localidades (Tabla IV.28).

Tabla IV.28. Crecimiento de la población en las localidades cercanas al Proyecto.

LOCALIDAD	POBLACIÓN 2005	POBLACIÓN 2010	ÁMBITO	GRADO DE MARGINACIÓN
Cedros	624	1,013	Rural	Medio
Palmas Grandes	82	148	Rural	Alto
Las Mesas	92	138	Rural	Alto
El Peñasquito	69	75	Rural	Alto
Cerro Gordo	5	2	Rural	-
Total	872	1,376		

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

IV.2.4.10 PRESENCIA DE LA UNIDAD MINERA PEÑASQUITO EN EL CONCEPTO REGIONAL

Con todas y cada una de las comunidades vecinas se llevan a cabo eventos de voluntariado y se fomentan proyectos productivos derivados del interés local, así como apoyo a diferentes necesidades como obras de infraestructura local y apoyo para mejorar su calidad de vivienda.

Entre los elementos más destacables está la contratación de personal local dentro de la Empresa. En el año 2014 se tenía un total de 2,029 empleados: el 68 % es del estado de Zacatecas y del personal del estado de Zacatecas, el 51% del personal es de las localidades aledañas a la Unidad Minera. Además, Minera Peñasquito S.A. de C.V. lidera diversas iniciativas con el objetivo de generar un desarrollo sostenible. Dichas iniciativas se llevan a cabo por medio de tres ejes de acción:

SALUD

- Participación en campañas de vacunación.
- Obtención de reconocimiento de edificio libre de humo.
- Soporte a organización de campañas de prevención de la violencia hacia la mujer en el marco del Día internacional en contra de la violencia a la Mujer.
- Jornada de Salud en coordinación con alianzas educativas y gubernamentales en comunidades de la zona de influencia.

- Entrega de aparatos ortopédicos en el marco del día internacional para personas con discapacidad.
- Participación en la campaña de vacunación de la Tercera semana nacional de prevención a la influenza, en Mazapil.

EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN

- Implementación de estrategia de voluntariado y desarrollo de base, beneficiando a 66 escuelas, más de 2,000 niños, con la intervención de 17 alianzas, 26 voluntarios y 49 donadores de juguetes.
- Cumplimiento de la capacitación de la ruta del cianuro.
- Entrega de becas educativas a estudiantes de la región.

EMPREDIMIENTO

- Capacitación para el desarrollo de habilidades y apoyo de inversión social para el desarrollo de microempresas.

IV.2.5 DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA AMBIENTAL

El diagnóstico ambiental tiene como objetivo identificar las relaciones y los procesos que determinan la existencia de conflictos territoriales en un sistema ambiental, para especificar las áreas que requieran ser protegidas y conservadas, donde además se identifican las áreas con aptitud para el desarrollo de actividades humanas. Bajo esta premisa se desarrolla este apartado, que integra el estado actual del ambiente y su grado de conservación y/o deterioro.

IV.2.5.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL

En el Sistema Ambiental definido para el Proyecto se presentan temperaturas que van de los 5 °C, en el mes más frío, a los 33 °C, en el mes más caliente. Con lluvias de invierno del 5 al 10.2 % anual y precipitaciones anuales entre 350 y 450 mm.

La dirección de los vientos dominantes es hacia el este, con un tiempo de ocurrencia de 36.7 % y una velocidad media de 1.77 m/s. Los vientos más intensos se registran del SSW con una intensidad promedio de 2.36 m/s y una ocurrencia del 6 %.

Se tienen, en promedio, de cinco días con niebla al año. Las granizadas son menos frecuentes, se presentan de 0.04 a 0.71 veces al año. Las tormentas eléctricas se presentan

con una frecuencia de 0.5 a 2 veces al año, con una mayor probabilidad de ocurrencia en mayo, agosto y diciembre.

Prevalecen los suelos del tipo Rendzina, Castañozem, Xerosol y Litosol, con o sin fase petrocálcica a menos de 50 cm de profundidad, con bajo contenido de materia orgánica y nitrógeno, ligados a las condiciones de semidesierto.

El Sistema Ambiental está vinculado con el sistema ambiental regional del Acuífero Cedros. Las corrientes superficiales más importantes son los arroyos Los Barriales y El Buey, que se unen al Arroyo Grande. Debido a la escasez de agua superficial en los últimos años, en el valle de Cedros se ha intensificado la perforación y rehabilitación de pozos agrícolas, con la finalidad de cubrir los volúmenes requeridos para los cultivos del valle.

La poca precipitación y el flujo resultante de la escorrentía, limita el aporte hidrológico superficial de la microcuenca del Arroyo Grande al sistema. Cuando este aporte se presenta, el agua es aprovechada dentro del valle mediante su canalización hacia represas, por tal motivo el caudal del Arroyo Grande rara vez lleva agua.

En el Sistema Ambiental se reconoció la vegetación de tipo matorral desértico, bosque de pino, pastizal natural, y los usos de suelo de agricultura de temporal, agricultura de riego y sin cobertura vegetal. El área de Proyecto se considera como un sitio con muy baja cobertura vegetal, anteriormente ocupado por vegetación secundaria de matorral desértico micrófilo.

El estado de conservación que guarda la vegetación del matorral desértico en el Sistema Ambiental presenta las especies características de este tipo de vegetación, con una dominancia del estrato arbustivo y con valores muy cercanos a su máximo de diversidad. Además, no se encontró evidencia de la presencia de alguna plaga forestal en la vegetación.

Por lo anterior, se considera que el estado de conservación del matorral desértico en el Sistema Ambiental es bueno. Sin embargo, se percibe de manera evidente la actividad antrópica en la región, representada principalmente por los caminos pavimentados y, en menor medida, por la actividad ganadera que se lleva a cabo, en mayor medida en el lado sur del Sistema Ambiental, entre las comunidades de Las Mesas y Los Charcos.

De las especies vegetales que se reportan para el Sistema Ambiental, cinco se encuentran catalogadas bajo protección especial (PR) y una en peligro de extinción (P) dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Ninguna de estas especies fue reportada en el área de Proyecto.

En cuanto a fauna en el Sistema Ambiental se registraron 153 especies de vertebrados terrestres, divididas en 20 ordenes, 53 familias y 118 géneros. De estas, 21 especies se encuentran bajo alguna categoría de protección en la Norma Oficial Mexicana 059, de ellas, ninguna fue avistada en el área del Proyecto.

El centro de población con mayor importancia es el poblado de Mazapil, que funge como cabecera municipal del municipio del mismo nombre. El municipio de Mazapil cuenta con sistemas de redes de caminos e infraestructura carretera que permite un flujo dinámico y el desarrollo de actividades económicas importantes en la región. La carretera conocida como “La Pardita”, financiada con apoyo de Minera Peñasquito, se ha constituido como una de las principales vías de comunicación de la zona.

A la fecha, es notoria la transformación socioeconómica a nivel local, producto de la presencia de la UMP desde su construcción y su posterior operación. De fuentes oficiales, se puede observar en los indicadores de marginación de las localidades dentro del área de influencia de la Unidad Minera, que los niveles de bienestar han aumentado de 2005 a 2010, lo que refleja una contribución positiva de Minera Peñasquito al desarrollo de la región. Aún con esta mejora en las condiciones de vida de la población de Mazapil, existen rezagos y algunas localidades siguen siendo clasificadas con altos niveles de marginación.

La derrama económica de la minería en el lugar contribuirá a reducir estos rezagos al proporcionar empleo bien remunerado, así como a través de programas de desarrollo sostenible que buscan la diversificación de la economía local.

IV.2.5.2 CALIDAD DEL SISTEMA AMBIENTAL

Como parte del diagnóstico, los diferentes componentes ambientales dentro de un escenario actual se examinan bajo una valoración cualitativa (alto, medio, bajo e inexistente) con los siguientes criterios:

- Grado de alteración. Modificación o alteración de las características o condiciones naturales de cada uno de los factores.
- Causas del deterioro. Se establece el causal de deterioro de cada uno de los factores.
- Capacidad de sostener el Proyecto. Este análisis de refiere a la capacidad de carga (k), soporte o adaptación de los factores ambientales a las nuevas modificaciones o efectos que el Proyecto pudiera ocasionar.

La Tabla IV.29 presenta el resumen –por componente ambiental- del diagnóstico ambiental generado para el área del Proyecto.

Tabla IV.29. Diagnóstico ambiental que existe en el Sistema Ambiental sin la presencia del Proyecto.

COMPONENTE AMBIENTAL	INDICADOR	GRADO DE ALTERACIÓN DEL FACTOR	CAUSA DEL DETERIORO	CAPACIDAD DE CARGA PARA EL PROYECTO
Aire	Emisión de gases	Intermedio	Fuentes móviles Fuentes fijas Quemas	Alta
	Partículas suspendidas	Intermedio	Fuentes móviles Fuentes fijas y aéreas Deforestación Erosión eólica	Alta
	Ruido	Bajo	Fuentes móviles Fuentes fijas	Alta
Suelo	Uso actual	Bajo	Agricultura y ganadería Forestal	Alta
	Uso potencial	Bajo	Urbanización Agricultura Forestal	Alta
	Erosión	Intermedio	Urbanización Agricultura y ganadería Deforestación Erosión	Alta
Agua	Calidad	Bajo	Deforestación Erosión	Alta
	Infiltración	Intermedia	Deforestación Erosión	Alta
	Esguerramiento	Intermedia	Deforestación Erosión	Alta
Flora y fauna	Riqueza	Bajo	Deforestación	Intermedia
	Diversidad	Bajo	Deforestación	Intermedia
	Interés ecológico	Bajo	Deforestación	Intermedia
Socio económico	Demografía	Bajo	Emigración, desempleo y baja calidad de vida	Alta
	Infraestructura	Bajo	Marginación municipal	Alta
	Empleo	Bajo	Baja productividad y calidad de vida	Alta
	Economía regional	Bajo	Desempleo y baja calidad de vida	Alta

V. IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Este capítulo presenta, en forma pormenorizada, los resultados de la evaluación de los posibles impactos ambientales que podrían ocasionarse como consecuencia del desarrollo del Proyecto Planta Prototipo EcoTails.

Con base en la información relativa a la caracterización del sitio donde pretende implementarse el Proyecto (lo cual incluye la Planta EcoTails, los caminos “interiores”, línea de conducción eléctrica y ductos de transporte de agua), expuesta en los capítulos II y IV de este documento, y a partir de la aplicación del análisis de impactos descrito en este capítulo, se identificaron y evaluaron los impactos ambientales que potencialmente podría generar el desarrollo del Proyecto.

Así, en este capítulo se analizan los efectos del Proyecto sobre los componentes más relevantes del medio físico y biótico, del área en que éste se pretende desarrollar.

En este contexto, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) establece que para la evaluación de impacto ambiental se debe realizar una identificación y valoración, de forma objetiva e imparcial, de los efectos ambientales producidos por el desarrollo de obras y/o actividades que conforman los proyectos, para así establecer las medidas de mitigación, prevención y/o compensación pertinentes, efectivas para el escenario ambiental existente.

Atendiendo a lo anterior, el análisis expuesto fue conducido con objetividad e imparcialidad, siguiendo las recomendaciones de la Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental del Sector Minero, Modalidad Particular (SEMARNAT, 2002).

Debido a los impactos residuales que se pueden ocasionar debido a las actividades mineras a desarrollar por el Proyecto, éste se encuadra en los supuestos del Artículo 11 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, a efecto de que su pertinencia sea evaluada por la autoridad, a través de la presente Manifestación de Impacto Ambiental en modalidad particular.

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 sistema ambiental 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 ambientales potenciales.
- c. Valorar la magnitud y significancia de los impactos ambientales potenciales.
- 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.

Por ello, se presentan ante la autoridad los resultados de un análisis técnicamente suficiente en cuanto a los efectos posibles del Proyecto sobre el medio ambiente, a fin de que ésta determine si su ejecución es pertinente y compatible con los preceptos y principios de la política ambiental nacional.

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

- a) Considera la mayor y mejor información disponible sobre la caracterización ambiental del sitio y su área de influencia.
- b) 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 disponible para cada componente.
- c) Se valora la importancia y vulnerabilidad de los factores ambientales sobre los que incide el Proyecto.
- d) La información de la caracterización, expuesta en el Capítulo IV de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, considerada como escenario inicial para el análisis, procede de fuentes documentales, científicas e institucionales, así como de estudios actuales realizados en el área del Proyecto, sobre temas especializados como geología, geotecnia, edafología e hidrología superficial, caracterización biótica y de servicios ambientales, entre otros aspectos.

- e) Tener en cuenta el estado actual del área de influencia del Proyecto y considerar la preexistencia de impactos ambientales derivados de las actividades mineras, agrícolas y ganaderas que se realizan en el Sistema Ambiental.
- f) Analizar y valorar el potencial de acumulación de los efectos preexistentes en el área y los potenciales del nuevo Proyecto, así como los atributos de sinergia respectivos, a la luz de la sincronía o diacronía que éstos puedan presentar.
- g) Valorar la importancia y vulnerabilidad de los componentes ambientales, teniendo en consideración la proximidad del sitio con respecto a las áreas naturales protegidas declaradas en la región.
- h) Abordar el análisis de los efectos del Proyecto sobre los factores del medio ambiente en dos niveles de complejidad: (i) de manera individual e independiente, y (ii) como parte integrada del contexto ambiental en sus ámbitos estructurales y funcionales.
- i) La valoración de los impactos considera las prácticas y medidas de prevención, control y atenuación de efectos negativos que la Empresa ha integrado al Proyecto, como parte de su diseño y estándares de operación y cierre.
- j) El reconocimiento predictivo de los impactos potenciales, como su evaluación y valoración, integran las técnicas y metodologías de análisis disponibles que se consideraron idóneas para el tipo de proyecto. Además, incorpora la experiencia del grupo consultor en la evaluación, gestión y seguimiento de proyectos mineros.

V.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS AFECTACIONES A LA ESTRUCTURA Y FUNCIONES DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Este apartado se integró con el objetivo principal de contar con un escenario general de lo que implicaría el desarrollo del Proyecto en la zona en que se realizará, considerando los elementos ambientales y sociales más relevantes.

Es importante enfatizar que el Proyecto promovido en este estudio formará parte integral de todo el desarrollo de la Unidad Minera Peñasquito (UMP), en tanto que las facilidades que se pretenden realizar son de la misma naturaleza que las ya autorizadas y que, con excepción del proceso de recuperación de agua y espesado de jales, no conllevan procesos distintos a los que actualmente operan.

Además, para la ejecución del Proyecto se tiene un marco normativo sólido derivado de la existencia de Normas Oficiales Mexicanas que explícitamente regulan los aspectos ambientales de las actividades.

De esta manera, teniendo en cuenta que el Proyecto involucra superficies adicionales a las ya operativas en la UMP, se ha optado –cuando es necesario– por hacer referencia a los elementos del proyecto minero actual que son de relevancia para el análisis entre el proyecto minero ya autorizado y las actividades que implica el Proyecto puesto a consideración, con el objetivo de obtener claridad respecto de los impactos integrales que pueden resultar de la presente propuesta.

Es de relevancia hacer patente que la necesidad de poner en funcionamiento la Planta EcoTails es consecuencia, como se ha indicado, de la oportunidad que actualmente se tiene de poner a prueba un sistema adicional de recuperación de agua y mejorar la disposición de residuos que las propias actividades mineras generan. Esto es de vital importancia en un desarrollo minero como lo es la UMP ya que, cuando tal desarrollo se ha consolidado como en este caso, lo común es que los nuevos proyectos asociados, además de dotar de mayor viabilidad económica, aporten mejoras sustanciales en la eficiencia de los procesos de la unidad minera.

Como es evidente, a pesar de que se debe tener en cuenta la posibilidad del incremento en el número de los impactos previamente evaluados para la UMP, se tiene como ventaja que, al mismo tiempo, este Proyecto representa para la UMP una mejora a su balance ambiental final, debido a que la naturaleza de la Planta EcoTails está relacionada directamente con mejoras en el proceso de recuperación de agua y, de forma indirecta, con la disposición de residuos.

El análisis establecido indica que el Proyecto propuesto no implica un aumento en los impactos adversos identificados desde las primeras etapas de desarrollo de la unidad minera, debido a que la incidencia en cuanto a superficie de ocupación y, en consecuencia, de afectación del terreno no es grande ya que se emplearán zonas ya autorizadas e impactadas al interior de la UMP.

Actualmente la Empresa cuenta con las autorizaciones de impacto ambiental y riesgo para la construcción y operación de la infraestructura de la UMP, y la presente propuesta involucra el uso de superficies al interior de la UMP, para implementar un proceso de beneficio sobre los jales (para recuperación del agua que contienen), sin que esto implique el uso de sustancias o genere impactos y riesgos diferentes a los que fueron manifestados, evaluados y autorizados en su momento.

En el desarrollo de cualquier actividad minera confluyen diversos factores que inciden en todos los componentes del entorno. El desarrollo del Proyecto origina alteraciones generales a diversos caracteres de los factores ambientales siguientes:

V.1.1 CALIDAD DEL AIRE

El tráfico vehicular y el movimiento de material son actividades que influirán en la calidad del aire, esto debido a la generación de partículas y gases derivada del proceso de combustión de la maquinaria y vehículos empleados, así como por la generación de polvo fugitivo. Además, el tráfico vehicular y actividades en las áreas de ampliación generarán ruido durante toda la vida útil del Proyecto.

V.1.2 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

La operación y desarrollo del Proyecto modificará la topografía en el área, debido a sus actividades inherentes, las cuales incluyen el trazado y rehabilitación de caminos, nivelación y compactación previa a la instalación de la Planta Prototipo EcoTails, así como la construcción de canaletas de contingencias.

Cabe recordar que el GeoWaste resultante del proceso al inicio será dispuesto en la presa de jales existente; posteriormente y en otras etapas de desarrollo de la prueba (y si las características del GeoWaste son adecuadas) se solicitará autorización para su depósito en la zona denominada como NPSC - por lo que, con excepción del área de apilamiento de GeoWaste (que será parte de la presa de jales o de la tepetatera NPSC), ninguna de las modificaciones persistirá una vez concluidas las actividades mineras.

V.1.3 SUELOS

La operación y desarrollo del Proyecto podría generar alteraciones en las características del suelo, debidas principalmente al movimiento -en caso de ser necesario- que debe efectuarse de la capa fértil de este recurso, así como a la compactación que se dará previo a la instalación de las obras.

Las características de las actividades consideradas pueden, por otra parte, generar contaminación del suelo circundante, si no se toman las debidas previsiones en cuanto a su manejo, control y supervisión.

V.1.4 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA

Desde el inicio de las actividades se adoptarán medidas tendientes a evitar cualquier alteración en los escurrimientos superficiales que existen en la zona. Se conservará un control estricto del funcionamiento de las medidas, que permita mantener y derivar los flujos intermitentes hacia su escorrentía natural, sin afectaciones significativas en la dinámica presente.

El manejo de los elementos con potencial de contaminación se realizará en estricto control, a partir de un sistema en circuito cerrado y cero descargas.

V.1.5 FLORA

Debido a que se instalará el Proyecto en áreas ya impactadas al interior de la UMP, no se requerirá retiro de una gran masa de vegetación.

Sin embargo, como parte de las actividades generales de protección de flora y fauna establecidas por Minera Peñasquito, el desarrollo del Proyecto se integra a las medidas de prevención y compensación establecidas para la protección de la flora por parte de la UMP.

Entre estas medidas se incluye el mantenimiento de superficies sin alteración dentro de las tierras concesionadas a la Empresa, así como en zonas aledañas a la unidad minera (zona de conservación llamada "1,500", UMA al interior de la unidad minera y el área de compensación ambiental localizada en el campo de pozos Torres y Vergel). En estas áreas se presentan las especies características del sitio, por lo que no se corre el riesgo de que las asociaciones vegetales desaparezcan de la región.

Así, se garantizará un adecuado manejo ambiental del Proyecto dentro del contexto de la unidad minera, considerando además los elementos en cuanto a restauración y reforestación que la Empresa ha previsto desarrollar en el sitio como parte de su Plan de Cierre.

V.1.6 FAUNA

Al igual que con la vegetación, por tratarse de superficies al interior de la unidad minera y con escasa cobertura vegetal, no se tienen poblaciones de fauna en el sitio por lo que, más allá de la afectación previa y ya documentada en otras etapas del desarrollo minero, no se prevé modificación sobre la distribución puntual de la fauna silvestre por la pérdida de hábitat.

Sin embargo, como parte de las políticas ambientales de la Empresa, previo al inicio de las actividades del Proyecto (desde la etapa de preparación del sitio y durante la operación), se mantendrán actividades de monitoreo de presencia de fauna y, en caso de encontrarse ejemplares de alguna especie, se implementará el protocolo de captura y reubicación (o ahuyentamiento en el caso de las aves) establecido y aplicado para las demás áreas que comprende la UMP.

Considerando la capacidad de desplazamiento de los animales, así como las medidas ambientales implementadas para su protección (rescate), no se considera que la afectación ocasionada represente un riesgo de pérdida de las poblaciones presentes.

V.1.7 PAISAJE

La alteración del paisaje es una de las principales afectaciones de la minería a cielo abierto, debido al desarrollo de actividades como el minado para la formación del tajo o la conformación de presas de jales y tepetateras. En el caso del Proyecto en evaluación, además de la instalación de la planta prototipo, debe tomarse en cuenta la apertura y/o mantenimiento de caminos, línea eléctrica y ductos de agua, además de áreas para mantenimiento de vehículos y maquinaria, así como oficinas de personal, entre otras estructuras menores.

Sin embargo, cabe resaltar que el Proyecto y las actividades que contempla se integran al área de ocupación de la UMP y a un paisaje considerado como industrial, por lo que la alteración de este no se reflejará en el Sistema Ambiental.

V.1.8 DEMOGRAFÍA

Como se ha observado en secciones anteriores, el crecimiento de la población en las localidades aledañas a la unidad minera ha sido considerablemente mayor que el promedio del estado de Zacatecas. Las oportunidades de empleo en la región han sido uno de los principales factores que han contribuido a esta tendencia demográfica.

La demanda de fuerza laboral del Proyecto, en sus diferentes etapas, contribuirá al desarrollo económico de la región, aumentando el poder adquisitivo y generando cadenas de valor que dinamizan la economía local, por el incremento en la demanda de bienes y servicios. Estos impactos económicos directos, indirectos e inducidos, resultan en un incremento significativo de la calidad de vida de la población.

V.2 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

V.2.1 METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN

Los impactos ambientales derivados del desarrollo del Proyecto se generarán en función de las características propias de éste y su ubicación. Toda actividad incidirá sobre el ambiente y sus componentes ambientales, en diferente nivel.

Existen numerosos métodos y técnicas de evaluación de impactos ambientales. Éstos, además de servir para identificar los efectos potenciales, apuntan a los factores ambientales que deben ser de especial atención, para proporcionar información de la

predicción y evaluación de los impactos específicos, y lograr 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), más 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.

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 (check list) 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.

En la actualidad, en la literatura especializada existen listas de verificación extensas, preparadas para proyectos de muy diversos tipos, que enlistan los principales componentes del medio ambiente y actividades de desarrollo que son relevantes en una evaluación 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.

Adicionalmente, tienen la ventaja de que pueden adaptarse a las necesidades del análisis incorporando esquemas de valoración cualitativa, o semicuantitativa, a la red matricial de identificación para continuar con la evaluación.

En el caso específico del Proyecto en evaluación, 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.

La estimación cuantitativa del indicador depende de la disponibilidad de una escala de valores que permita su evaluación. La valoración cualitativa corresponde a calificaciones que emplean términos descriptivos como: muy bueno, bueno, regular, malo, etc., que se fundamentan en criterios establecidos con base en la experiencia o sugerencia de expertos en la materia (León Peláez, 2002).

Una referencia importante, relacionada con la valoración cuantitativa, la constituyen los estándares o valores establecidos en las normas ambientales disponibles.

Para ser de utilidad, los indicadores deben cumplir los criterios de validez científica, disponibilidad y fiabilidad de datos, representatividad, sensibilidad a cambios, sencillez, relevancia y utilidad, comparabilidad, y razonable relación entre costo y beneficio. Un aspecto relevante, que aporta a la objetividad de la evaluación, consiste en elegir indicadores exclusivos que no se sobrepongan entre sí, de manera que no se conduzca el análisis a la sobrevaloración de ciertos rubros.

Para la evaluación expuesta en este documento se identificaron y seleccionaron los indicadores considerados como más representativos y de mayor utilidad para el Proyecto y sitio de interés, por su potencial para reflejar mejor los cambios en el estado y calidad de los factores ambientales.

Esta tarea se desarrolló con base en la experiencia del grupo consultor en la evaluación de proyectos y contextos similares, así como en las recomendaciones aportadas por cada especialista que desarrolló trabajo de campo para la caracterización del sitio. Adicionalmente, se revisó la literatura especializada con el propósito de corroborar la pertinencia de los indicadores elegidos.

La elección atiende a la condición particular del área de estudio, así como a las consideraciones de vulnerabilidad de cada componente del medio ambiente. En este

sentido, es preciso indicar que, para algunos componentes, como la biodiversidad e hidrología superficial, se integraron consideraciones de valoración en escala local y regional. Un total de 29 indicadores fueron seleccionados para el análisis del Proyecto (Tabla V.1).

Tabla V.1 Indicadores de Impacto Ambiental seleccionados para la evaluación.

MEDIO	COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLE	INDICADOR AMBIENTAL
Abiótico	Aire	Calidad	1. Concentración de partículas suspendidas
		Emisiones mecánicas	2. Gases contaminantes
	Suelo	Geología	3. Niveles de ruido
		Relieve y formas	4. Nivel de vibraciones
		Composición	5. Estabilidad geológica
			6. Topografía (relieve)
	Agua superficial		7. Propiedades físicas (pérdida por erosión)
			8. Propiedades químicas (contaminación)
	Agua subterránea		9. Contaminación (y sedimentación)
			10. Variación del flujo
Biótico	Flora silvestre		11. Modificación de curso
			12. Contaminación
			13. Alteración (capacidad) de la recarga
			14. Abundancia
	Fauna silvestre		15. Diversidad
			16. Cobertura
			17. Conservación de especies en riesgo (NOM-059)
			18. Conservación de especies de interés comercial
	Paisaje		19. Sucesión Ecológica
			20. Abundancia
Socioeconómico	Población		21. Diversidad
			22. Conservación de especies en riesgo (NOM-059)
			23. Conservación de hábitat y corredores biológicos
			24. Incidencia visual
			25. Armonía visual
			26. Salud pública
			27. Calidad de vida
			28. Economía regional
			29. Actividades productivas

A continuación, se proporciona una descripción general de cada indicador seleccionado.

AIRE

Se analizan dos variables, la calidad del aire y la emisión de ondas mecánicas. La primera se evalúa a través de dos indicadores: concentración de partículas suspendidas y concentración de gases contaminantes. La segunda también se evalúa a través de dos indicadores: niveles de ruido y niveles de vibración. A continuación, se especifican los cuatro indicadores mencionados.

CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS

Se analiza el incremento en la concentración de material particulado en el aire, como consecuencia de diversas actividades del Proyecto que inciden en la emisión y

concentración de polvo, tales como el transporte de material y la operación de maquinaria.

Asimismo, se tienen en cuenta los efectos que algunas actividades, como la revegetación, tienen sobre la dispersión de partículas, así como las medidas de prevención y control asociadas con el monitoreo ambiental que será implementado. Para ello se consideran los siguientes factores:

- Extensión en que se desarrollarán las actividades generadoras de polvo.
- Características del terreno.
- Distancia de acarreo y transporte del material y equipo.
- Duración de las actividades.
- Efectos del viento.
- Medidas de control de polvos.

Como valores de referencia y evaluación, se consideran las especificaciones de la Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2014 de salud ambiental, que establece los criterios para evaluar el valor límite permisible para la concentración de material particulado (PM₁₀ y PM_{2.5}) (Tabla V.2).

Tabla V.2. Valores límite de concentración ambiental de partículas PM₁₀ y PM_{2.5}.

TIPO DE PARTÍCULAS	LÍMITE DE 24 HORAS (PROMEDIO)	LÍMITE ANUAL (PROMEDIO)
PM ₁₀	75 µg/m ³	40 µg/m ³
PM _{2.5}	45 µg/m ³	12 µg/m ³

GASES CONTAMINANTES

Se analiza el incremento en la concentración de gases en el aire, provenientes de los escapes de vehículos que se utilicen en el Proyecto. En dicha evaluación se tienen en cuenta los siguientes factores:

- Extensión del Proyecto.
- Duración de las actividades generadoras.
- Número de vehículos y maquinaria que se utilizará.
- Estado de los vehículos y maquinaria.
- Efectos del viento.
- Medidas de control de emisiones.

Asimismo, se consideran los valores de referencia para los niveles de emisión de gases determinados por las siguientes Normas Oficiales Mexicanas:

- **NOM-041-SEMARNAT-2006**, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible (Tabla V.3).

Tabla V.3. Límites máximos permisibles de emisión de gases por el escape de los vehículos múltiples o utilitarios, camiones ligeros CL.1, CL.2, CL.3 y CL.4, camiones medianos y camiones pesados en circulación, en función del año-modelo.

AÑO-MODELO DEL VEHÍCULO	HIDROCARBUROS (HC)(PPM)	MONÓXIDO DE CARBONO (CO) (%VOL.)	OXÍGENO (O ₂) (%VOL.)	DILUCIÓN (CO + CO ₂) (%VOL.)	
				MÍNIMA	MÁXIMA
1979 y anteriores	600	5.0	3.0	13	16.5
1980 a 1985	500	4.0	3.0	13	16.5
1986 a 1991	400	3.5	3.0	13	16.5
1992 a 1993	350	3.0	3.0	13	16.5
1994 y posteriores	200	2.0	3.0	13	16.5

- **NOM-043-SEMARNAT-1993**, establece niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas, con excepción de las que se rigen por normas oficiales mexicanas específicas (Tabla V.4).

TablaV.4. Límites máximos permisibles de emisión de partículas sólidas.

FLUJO DE GASES EN LA FUENTE (M ³ /MIN)	NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE (MG/M ³)
5	2304
10	1722
20	1287
30	1086
40	962
50	876
60	811
80	719
100	655
200	489
500	333
800	273
1000	249
3000	157
5000	127
8000	104
10000	95
20000	71
30000	60
50000	48

- **NOM-045-SEMARNAT-2006**, que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible, así como los procedimientos de prueba y características técnicas del equipo de medición (Tabla V.5).

Tabla V.5. Límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación equipados con motor a diésel, en función del año-modelo del vehículo.

AÑO-MODELO DEL VEHÍCULO	PESO BRUTO DEL VEHÍCULO (KG)	COEFICIENTE DE ABSORCIÓN DE LUZ (M ⁻¹)	POR CIENTO DE OPACIDAD (%)
2003 y anteriores	Hasta 3, 856	2.5	65.870
2003 y posteriores		2.0	57.68
1990 y anteriores	Mayor a 3,857	2.8	70
1991 a 1997		1.86	55
1998 y posteriores		1.19	40

NIVELES DE RUIDO

Se revisan los niveles de emisiones sonoras causados por la operación del Proyecto, así como los efectos en su transmisión. Además, se considera el papel de control y prevención del monitoreo que será implementado. Para el análisis se tienen en cuenta los siguientes factores:

- Número, tiempo, ubicación y potencia de las fuentes emisoras de ruido.
- Duración y frecuencia de las emisiones.
- Presencia y efecto de elementos y barreras atenuantes.

Como valores de referencia, se consideran los límites máximos permisibles de emisión de ruido que establecen la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994 para fuentes fijas (Tabla V.6) y la Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001 de condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido (Tabla V.7).

Tabla V.6. Límites máximos permisibles del nivel sonoro en ponderación “A” emitido por fuentes fijas.

HORARIO	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE [dB(A)]
06:00 a 22:00	68
22:00 a 06:00	65

Tabla V.7. Límites máximos permisibles de exposición de los trabajadores a ruido estable, inestable o impulsivo durante el ejercicio de sus labores, en una jornada laboral de 8 horas.

NIVEL DE EXPOSICIÓN A RUIDO (NER) ¹	TIEMPO MÁXIMO PERMISIBLE DE EXPOSICIÓN (TMPE)
90 dB(A)	8 horas
93 dB(A)	4 horas
96 dB(A)	2 horas
99 dB(A)	1 hora
102 dB(A)	30 minutos
105 dB(A)	15 minutos

¹ dB(A) están referidos a 20 µPa

NIVELES DE VIBRACIONES

Se revisa el efecto de la emisión de vibraciones causadas por las actividades de traslado de material y operación de maquinaria. Para ello, se consideran los siguientes factores:

- Características geológicas del terreno.

- Número, tiempo, ubicación y potencia de las fuentes emisoras.
- Duración y frecuencia de las emisiones.

SUELO

Para este componente se analizan cinco indicadores que se exponen a continuación.

ESTABILIDAD GEOLÓGICA

Se revisan los efectos en la estabilidad del terreno, causados por la implementación de la planta prototipo y demás obras asociadas, así como de la revegetación (al término de operaciones). También se toma en cuenta el efecto que podría tenerse sobre la estabilidad geotécnica debido al depósito de GeoWaste en la presa de jales. 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.

TOPOGRAFÍA (RELIEVE)

Se analiza el efecto que tienen la nivelación y la compactación del terreno en las áreas de Proyecto sobre la topografía del sitio. En el análisis se tiene en cuenta la extensión de las obras y actividades que implican modificaciones topográficas.

PROPIEDADES FÍSICAS (PÉRDIDA POR 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 de éste, como la estructura, profundidad, disponibilidad de agua, textura, color, porosidad, densidad, etc.

Aunque no es parte de las actividades del Proyecto, se toma en cuenta el efecto del despalme (hecho en etapas anteriores de la UMP) y recolocación de suelo, sobre la estructura de éste. Finalmente, se evalúa la incidencia en la permeabilidad natural del suelo, como consecuencia de la nivelación y compactación, recuperación y recolocación de suelo fértil y revegetación.

Los factores de análisis son:

- Extensión de la cobertura vegetal actual en el área del Proyecto.
- 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 y 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 (CONTAMINACIÓN)

Se analiza el riesgo de alterar las propiedades químicas del suelo por contaminación, como consecuencia de la ocurrencia de derrames de jales, reactivos (floculante), combustible o lubricantes (de la maquinaria y vehículos), durante la operación de la planta, 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 e infiltración.
- Estrategias de manejo de residuos.

AGUA SUPERFICIAL

Este componente se analiza a través de cuatro indicadores que se analizan a continuación.

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 por efecto de la existencia de obras de control de escurrimientos, así como los aspectos relacionados con el potencial de contaminación durante la operación del Proyecto. 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.

VARIACIÓN DEL FLUJO

Se analiza el efecto sobre la dirección y velocidad de los escurrimientos superficiales, como resultado de la rehabilitación y ampliación de caminos, conformación del terrero, colocación de la Planta Prototipo EcoTails y revegetación (al término de la vida útil). Se tienen en cuenta los siguientes factores:

- Relieve del terreno.
- Superficie de ocupación del Proyecto.
- Valores de precipitación local.
- Localización de obras.

MODIFICACIÓN DE CURSO

Se revisa el efecto potencial de la colocación de la Planta Prototipo EcoTails 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.

AGUA SUBTERRÁNEA

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

CALIDAD (CONTAMINACIÓN) DEL AGUA

Se analiza el potencial de riesgo de contaminación del agua subterránea, por el derrame accidental e infiltración de los componentes líquidos de los jales, reactivos (floculante) o combustible y aceites de la maquinaria y vehículos en operación, así como del manejo general de residuos. Para ello, se consideran los siguientes factores:

- Caracterización del material acorde a su potencial de generación de ácido y sus características fisicoquímicas.
- 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.

ALTERACIÓN (CAPACIDAD) DE LA RECARGA

Se evalúa el efecto de la nivelación y compactación del terreno, recolocación de una capa de suelo fértil (al cierre de actividades), 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.

FLORA SILVESTRE

Se evalúa la incidencia del Proyecto sobre la vegetación, a través de seis indicadores.

ABUNDANCIA

Se analiza el efecto del desmonte (aspecto teórico porque en el sitio la cobertura vegetal es casi inexistente) y la revegetación en el área del Proyecto, en relación con la estructura vegetal del matorral 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.

DIVERSIDAD

Se revisa el efecto del desmonte (potencial), el rescate de individuos y la revegetación en el área del Proyecto, en relación con el número de especies vegetales presentes en el área de estudio. Para ello, se consideran los siguientes factores:

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

COBERTURA

Se revisa el nivel de incidencia de la ejecución del Proyecto en la cobertura vegetal existente, con base en los siguientes factores:

- Extensión del Proyecto.

- Superficie del terreno con vegetación que será retirada (en el 70 % de la superficie destinada al Proyecto no hay cobertura que retirar).
- Cobertura vegetal del matorral en el área de influencia del estudio.
- Superficie del terreno que será revegetada.

CONSERVACIÓN DE ESPECIES EN RIESGO

Se analiza el efecto de la ejecución del Proyecto en relación con la presencia de especies que pudieran encontrarse en el área de ubicación de las obras. Para ello se tiene en cuenta:

- Número de especies en riesgo presentes en el área de estudio.
- Abundancia de las especies en riesgo presentes en el área de estudio.
- Categoría de riesgo asignado a las especies presentes.
- Efecto de las actividades de revegetación en la conservación de las poblaciones.

CONSERVACIÓN DE ESPECIES DE INTERÉS COMERCIAL

Se evalúa el efecto del desmonte (potencial, ya que en el sitio no hay cobertura vegetal) y la revegetación, sobre la conservación de especies forestales de importancia económica. Para ello se consideran los siguientes factores:

- Número de especies forestales de interés comercial.
- Abundancia de las especies forestales de interés.
- Efectividad potencial de la revegetación del sitio.
- Ausencia de interesados en el aprovechamiento forestal del sitio.

SUCESIÓN ECOLÓGICA

Se evalúa el efecto del desmonte (potencial) y la revegetación, sobre el proceso de sucesión ecológica en el ecosistema de matorral del área de influencia del estudio. Para ello se consideran los siguientes factores:

- Valor de importancia de las especies que se distribuyen en el matorral del área de influencia del estudio.
- Número de especies que se distribuyen en la zona.
- Extensión del Proyecto.
- Homogeneidad de las asociaciones vegetales presentes.
- Superficie del terreno que será revegetada.

FAUNA SILVESTRE

Se analizan cuatro indicadores para evaluar el efecto del Proyecto sobre la fauna presente en la zona.

ABUNDANCIA

Se evalúan los efectos en la abundancia de fauna a consecuencia del rescate de ejemplares, ruido generado por las actividades y operación de maquinaria, traslado de materiales y la revegetación. En la evaluación se tiene en cuenta la extensión del Proyecto, en cuanto a sus áreas operativas y la localización de fuentes emisoras de ruido.

DIVERSIDAD

Se analizan los efectos del rescate de ejemplares de fauna silvestre y la revegetación, sobre la diversidad específica de la zona. Se considera:

- Número de especies presentes en el sitio (a pesar de que se trata de un área desprovista de flora y fauna al interior de la UMP).
- Superficie de ocupación del Proyecto.
- Efectividad del rescate de ejemplares, la revegetación.

CONSERVACIÓN DE ESPECIES EN RIESGO

Se analizan los efectos del rescate de individuos de fauna silvestre y la revegetación sobre la preservación de especies catalogadas en riesgo por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. En la evaluación se considera:

- Número de especies en riesgo con distribución en el área del Proyecto.
- Superficie del terreno que conservará su cobertura vegetal natural.
- Efectividad del rescate, revegetación y monitoreo.

CONSERVACIÓN DEL HÁBITAT Y CORREDORES BIOLÓGICOS

Se revisa la incidencia de la ejecución del Proyecto en la conservación de los corredores biológicos naturales en el área de estudio, con base en los siguientes factores:

- Diversidad de especies de fauna presentes en el área de estudio.
- Abundancia de fauna en el área de estudio.
- Extensión, naturaleza y características del Proyecto.
- Persistencia del efecto de ahuyentamiento.
- Localización de las áreas de importancia faunística.

PAISAJE

Para evaluar este aspecto se analizan dos indicadores.

INCIDENCIA VISUAL

Se estudia el efecto del Proyecto en la calidad del paisaje de la zona, considerando el valor paisajístico de la zona, la extensión del Proyecto, la visibilidad de las obras y la ejecución de actividades de restauración.

ARMONÍA VISUAL

Se analiza el efecto de la construcción de las obras de que consta el Proyecto, en la armonía y coherencia de los componentes paisajísticos.

POBLACIÓN

Se analizan los efectos del Proyecto en la población, a través de cuatro indicadores.

SALUD PÚBLICA

Se evalúan los efectos del Proyecto sobre la salud pública en los asentamientos de mayor proximidad, por posibles impactos como la generación de polvo, emisiones de gases y ruido, el traslado de materiales, la operación de maquinaria, la generación y manejo de residuos y la revegetación. Se consideran los siguientes factores en el análisis:

- Distancia de los asentamientos humanos más próximos al Proyecto.
- Densidad de habitantes de los asentamientos próximos.
- Duración y frecuencia de las actividades generadoras de riesgos a la salud.
- Efectividad potencial de la revegetación y el manejo de residuos.

CALIDAD DE VIDA

Se analiza el efecto del Proyecto sobre la calidad de vida de los habitantes de los asentamientos más próximos. Se considera el efecto de:

- 1) la creación de fuentes de trabajo y aumento de poder adquisitivo de los trabajadores contratados.
- 2) mejoras a las viviendas (asociado con el aumento del poder adquisitivo).
- 3) la efectividad -de la revegetación y otras medidas de mitigación- de los elementos de amortiguamiento y control de los factores de perturbación del estado de confort de las personas.

La ponderación del efecto tiene en cuenta los siguientes factores:

- Distanciamiento del Proyecto con respecto a los asentamientos humanos.

- Densidad de personas que habitan en los asentamientos humanos próximos.
- Duración, frecuencia y horarios de las actividades generadoras de disturbio.
- Número de puestos de trabajo que serán generados.

ECONOMÍA REGIONAL

Se evalúa el efecto del Proyecto en la economía regional a través del pago de impuestos por parte de la Empresa y de los empleados, y pagos a proveedores y servicios.

ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

Se revisa el efecto de la ejecución del Proyecto en la productividad local y regional, como resultado de la contratación de personal, el suministro de insumos y el potencial productivo de los terrenos, una vez restaurados.

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 17 actividades del Proyecto para el análisis de los impactos ambientales (Tabla V.8).

Tabla V.8. Actividades del Proyecto con potencialidad de impacto.

ACTIVIDAD	ETAPA DE DESARROLLO DEL PROYECTO			
	PS	C	O	A
1. Contratación del personal				
2. Rescate y reubicación de flora y fauna ¹				
3. Remoción de suelo (Despalme) ²				
4. Recuperación y almacenamiento de suelo				
5. Obras de control de escorrentía				
6. Preparación del terreno para la Planta EcoTails y obras de apoyo				
7. Capacitación de personal				
8. Acarreo de material (roca estéril)				
9. Operación de vehículos y maquinaria				
10. Mantenimiento de vehículos y maquinaria				
11. Transporte de personal e insumos				
12. Recirculación de agua (de proceso) en sistema cerrado				
13. Recolección y disposición adecuada de residuos				
14. Minimización (mejoramiento de condiciones) de residuos generados				
15. Colocación de suelo recuperado				
16. Forestación y reforestación				
17. Reincorporación de tierras a actividades productivas				

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

1. Es considerada como una actividad inherente a los trabajos de la UMP, se realiza siempre que sea necesario dentro del polígono de la unidad minera.

2. Se mencionan pese a que -por la ubicación y condiciones actuales del sitio- estas actividades no sean necesarias y no se consideran dentro del análisis de impactos.

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 número uno negativo (-1) aquellas que presentan un carácter adverso o negativo y un uno positivo (1) las de carácter positivo o benéfico (Tabla V.9). Del análisis de la matriz indicada, se observa que existen 123 interacciones o impactos posibles, de los cuales 37 se identifican como adversos y 86 como positivos.

Tabla V.9. Matiz de interacción entre los indicadores ambientales seleccionados y las obras o actividades del Proyecto.

Componente ambiental	Factor ambiental	Carácter ambiental	Etapa de Preparación y Construcción				Etapas de operación y mantenimiento								Etapa de Cierre y Clausura			Impacto -1 por indicador	Impacto 1 por indicador	Impacto -1 por componente	Impacto 1 por componente
			Contratación del personal	Rescate y reubicación de flora y fauna	Obras de control de escorrentía	Preparación del terreno para la Planta EcoTails y obras de apoyo	Capacitación	Acarreo de material (roca estéril)	Operación de vehipculos y maquinaria	Mantenimiento de vehículos y maquinaria	Transporte de personal e insumos	Recirculación de agua (de proceso) en sistema cerrado	Recolección y disposición adecuada de residuos	Minimización (mejoramiento de condiciones) de residuos generados (GeoWaste)	Colocación de suelo recuperado	Forestación y reforestación	Reincorporación del tierras a actividades productivas				
Aire	Calidad	Concentración de Partículas suspendidas			-1	-1		-1	-1		-1		1		1	1		5	3	19	7
		Gases contaminantes			-1	-1		-1	-1	1	-1				1		5	2			
	Forma de energía	Niveles de ruido			-1	-1		-1	-1	1	-1				1		5	2			
		Niveles de Vibraciones				-1		-1	-1		-1						4	0			
Suelo	Geología	Estabilidad geológica			1			-1					1		1		1	3	3	16	
	Relieve y formas	Topografía				-1		1					1	1			1	3			
		Propiedades físicas				-1							1	1	1	1	1	4			
	Composición	Propiedades químicas								1			1	1	1	1	1	0			6
Agua superficial	Calidad	Contaminación				-1						1	1	1	1	1		1	4	5	8
	Procesos	Variación del flujo			-1	-1							1	1			2	2			
		Modificación de curso			-1	-1							1	1			2	2			
Agua subterránea	Calidad	Contaminación						-1	1			1	1	1			1	4	3	7	
	Procesos	Alteración de la recarga			-1	-1					1			1	1		2	3			
Flora silvestre	Cantidad	Abundancia		1											1	1	1	0	4	1	17
		Diversidad		1												1		0	2		
		Cobertura		1											1	1	1	0	4		
	Procesos	Especies en riesgo		1											1		0	2			
		Especies de interés comercial		1												1	1	0	3		
		Sucesión ecológica				-1								1	1		1	2			
Fauna silvestre	Cantidad	Abundancia		1		-1		-1		-1					1	1	3	3	3	12	
		Diversidad		1											1		0	2			
	Procesos	Especies en Riesgo		1											1		0	2			
		Hábitat y corredores biológicos										1	1	1	1	1	0	5			
Paisaje	Calidad	Incidencia visual				-1		-1				1	1	1	1	1	2	4	3	6	
	Interacción con el medio	Armonía visual				-1							1		1		1	2			
Población	Social	Salud pública										1	1	1	1	1		0	4	0	13
		Calidad de Vida					1										1	0	3		
	Economía	Economía regional		1													1	0	2		
		Actividades productivas		1				1						1			1	0	4		
																		37	86	37	86
		Impacto -1 por actividad	0	0	6	14	0	7	5	0	5	0	0	0	0	0	0	37		123	
		Impacto 1 por actividad	3	8	1	0	2	1	0	4	0	4	7	11	11	23	11	86			
		Impacto -1 por etapa	20				17								37						
		Impacto 1 por etapa	12				29								41						

V.3 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

V.3.1 CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Los impactos ambientales son expresiones de una o varias facetas de la vulnerabilidad o fragilidad del sistema ambiental, ya sea que se analice éste en su conjunto o en sus componentes individuales.

En cualquiera de las escalas, los efectos que se manifiestan en uno, varios o todos los factores ambientales, pueden ser caracterizados individualmente y valorarse, cualitativa o cuantitativamente, a través de una serie de atributos que aluden al modo, momento, alcance e intensidad en que ocurren.

Así, los atributos de los impactos de mayor importancia, en términos de la evaluación ambiental, constituyen los criterios de evaluación en cualquiera de las metodologías de valoración que se empleen y su definición es indispensable, en la medida en que el análisis deba someterse a escrutinio, toda vez que su conocimiento permite discernir los razonamientos que conducen al especialista a calificar de una u otra forma cada efecto determinado.

En el caso particular que se expone, con el propósito de valorar y jerarquizar los impactos ambientales identificados como potenciales, se emplearon criterios para evaluar la magnitud de los efectos.

En la evaluación de la magnitud de los impactos, se utilizó una versión modificada de los criterios propuestos por Espinoza (2001), que involucra siete atributos de los efectos (Tabla V.10). En tanto que la valoración de la significancia se basó en cuatro criterios esenciales determinados por la técnica diseñada *ad-hoc* para el Proyecto (Tabla V.11).

Tabla V.10. Criterios empleados para evaluar la magnitud de los impactos ambientales.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN CUALITATIVA DEL EFECTO		
Carácter	Define la naturaleza del efecto con respecto al estado del componente ambiental antes de iniciar el Proyecto. Indica si la actividad es benéfica o favorable a la estabilidad del componente, o bien perjudicial y promotora de inestabilidad.	Positivo	Negativo	Compatible
Incidencia	Alude al nivel o grado de perturbación causado en el componente ambiental. Una valoración alta indica el deterioro absoluto del factor.	Mínima	Regular	Alta
Importancia	Califica la relevancia general del efecto desde el punto de vista de los recursos naturales y la calidad ambiental.	Alta	Media	Baja
Probabilidad de ocurrencia	Estima la probabilidad de que se presente el efecto.	Muy probable	Probable	Poco probable
Extensión	Califica la amplitud del territorio en donde se manifiesta el efecto.	Regional	Local	Puntual
Duración	Valora la temporalidad en que se manifiesta el efecto (excede el tiempo de vida útil del Proyecto, sólo se expresa durante la operación del Proyecto, o sólo en las etapas preoperativas).	Permanente	Media	Corta

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN CUALITATIVA DEL EFECTO		
Reversibilidad	Estima la posibilidad, dificultad o imposibilidad del componente ambiental de retornar a la situación anterior una vez que ha sido afectado. En el caso de ser posible la reversión del efecto se consideran dos condiciones: si la reversión ocurre de manera natural y sin intervención, o si es necesaria la intervención.	Reversible	Parcialmente reversible	Irreversible

Tabla V.11. Criterios empleados para evaluar la significancia de los impactos ambientales.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN CUALITATIVA		
Magnitud	Califica el nivel de incidencia o afectación sobre un componente ambiental determinado. La clasificación se corresponde con los valores y rangos de evaluación de la magnitud del impacto.	Baja	Media	Alta
Acumulación	Valora el incremento en la intensidad de un impacto preexistente como consecuencia del efecto que se analiza. Si el efecto se manifiesta en un solo componente y no induce efectos secundarios, se considera simple o no acumulativo.	No acumulativo	Moderado	Alto
Fragilidad	Estima el grado de sensibilidad, vulnerabilidad o susceptibilidad del componente ambiental ante el desarrollo de la actividad o Proyecto.	Baja	Moderada	Alta
Probabilidad de Control	Califica la probabilidad de aplicar medidas o prácticas de control para prevenir, mitigar o compensar el efecto. Se alude específicamente a la probabilidad y no a la posibilidad de control, considerando solamente las medidas que, de manera realista y efectiva, puede incorporar el Proyecto.	Alta	Mediana	Poca o nula

V.3.2 METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN

Considerando que la simple caracterización de los efectos ambientales, según sus atributos, resulta insuficiente para comprender su valor e importancia, es preciso recurrir a métodos que permitan integrar dicha información individualizada y hacer una estimación o calificación de los impactos por la suma de sus atributos.

En el presente análisis, la evaluación de los impactos ambientales identificados se realizó mediante el uso de dos metodologías: una para valorar la magnitud y otra para la significancia, cada una de las cuales se sustenta en criterios particulares de análisis y ponderación, y en fórmulas de cálculo específicas.

En ambos casos, los cálculos se realizaron sobre una matriz en la que se indica, para cada efecto detectado, las valoraciones de cada criterio y los resultados finales de la valoración.

Para la evaluación de la magnitud de los impactos ambientales se seleccionó una variante propia de la técnica semi-cuantitativa propuesta por Espinoza (*op cit.*), basada en:

- La individualización de los criterios de evaluación de magnitud descritos anteriormente.
- La asignación de una calificación objetiva a cada criterio, de acuerdo con tres valores de ponderación determinados.
- La estimación del valor de magnitud mediante una fórmula de cálculo (Tabla V.12).

Tabla V.12. Fórmula, criterios de valoración y categorías de clasificación de impactos ambientales.

CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN DE IMPACTOS Y VALORES DE PONDERACIÓN			
Criterios	Valores de ponderación		
Carácter (C)	Positivo (1)	Negativo (-1)	Compatible (-1)
Incidencia (I)	Alta (3)	Regular (2)	Mínima (1)
Tipo (T)	Primario (3)	Secundario (2)	Difuso (1)
Probabilidad de Ocurrencia (O)	Muy probable (3)	Probable (2)	Poco probable (1)
Extensión (E)	Regional (3)	Local (2)	Puntual (1)
Duración (D)	Permanente (3)	Media (2)	Corta (1)
Reversibilidad (R)	Irreversible (3)	Parcial (2)	Reversible (1)
Total	18	12	6
Valoración de magnitud de impactos			
Impacto Total = $C \times (I + T + O + E + D + R)$			
Niveles de magnitud de impactos			
Negativo (-)			
Severo	$\geq (-) 16$		
Moderado	$(-15) \geq (-) 10$		
Positivo (+)			
Alto	$\geq (+) 16$		
Mediano	$(+15) \geq (+) 10$		
Bajo	$\leq (+) 9$		
Compatible (-)			
Compatible	$\leq (-) 9$		

De acuerdo con esta técnica, los impactos pueden clasificarse en positivos, negativos o compatibles, según el carácter y el valor de magnitud, y pueden tipificarse por niveles, con base en los rangos establecidos de valores de magnitud (Tabla V.13).

Tabla V.13. Niveles de magnitud de impactos ambientales considerados en la evaluación del Proyecto.

CARÁCTER	NIVEL	VALORES DE MAGNITUD	INTERPRETACIÓN
Positivo	Alto	$\geq (+) 16$	Se trata de efectos que tienden a mejorar las condiciones de los componentes que prevalecían antes del desarrollo del Proyecto, ya sea porque: (i) eliminan o reducen presiones preexistentes; (ii) favorecen la conservación de la calidad del componente ambiental; o (iii) mejoran francamente su condición.
	Mediano	$(+15) \leq (+) 10$	Son efectos que pueden crear condiciones, tendencias o procesos, que permiten a los componentes ambientales, usualmente perturbados con anterioridad a la ejecución del Proyecto, recuperar una calidad mejor a la que poseían.
	Bajo	$\leq (+) 9$	Son efectos positivos, que no obstante no aportar un gran beneficio para los componentes del ambiente, crean condiciones favorables a la preservación de su calidad.
Negativo	Severo	$\geq (-) 16$	Son efectos adversos de tal magnitud, que la recuperación de las condiciones del componente ambiental perturbado por el desarrollo del Proyecto exige la aplicación de medidas específicas y estrictas, de control y mitigación.
	Moderado	$(-15) \leq (-) 10$	Se trata de efectos negativos que alteran las condiciones del componente ambiental en una magnitud tal que es posible recuperarlas en cierto tiempo mediante prácticas de mitigación simples.
Compatible		$\leq (-) 9$	Se trata de efectos en esencia adversos, pero de baja magnitud y sobre componentes del ambiente que recuperan sus condiciones y calidad una vez que cesa la acción que lo origina; pueden considerarse nulos o mínimos, no requieren de prácticas de mitigación y son compatibles con las regulaciones normativas.

V.3.3 RESULTADOS

Con la metodología indicada, se estimaron los valores de magnitud de las 123 interacciones identificadas como potenciales.

Como se mencionó previamente, los cálculos se realizaron mediante una matriz diseñada *ad-hoc* (Tabla V.14). Los resultados obtenidos se integraron en matrices simples que expresan los valores totales estimados de magnitud y significancia, empleando un código de colores que facilita la identificación de los diferentes niveles de valoración determinados (Tabla V.15).

Tabla V.14. Matriz simplificada: Valores de magnitud de interacciones ambientales.

Componente ambiental	Factor ambiental	Carácter ambiental	Etapas de Preparación y				Etapas de operación y mantenimiento								Etapas de Cierre y Clausura		
			Contratación del personal	Rescate y reubicación de flora y fauna	Obras de control de escorrentía	Preparación del terreno para la Planta EcoTails y obras de apoyo	Capacitación	Acarreo de material (roca estéril)	Operación de vehipculos y maquinaria	Mantenimiento de vehículos y maquinaria	Transporte de personal e insumos	Recirculación de agua (de proceso) en sistema cerrado	Recolección y disposición adecuada de residuos	Minimización (mejoramiento de condiciones) de residuos generados (GeoWaste)	Colocación de suelo recuperado	Forestación y reforestación	Reincorporación del tierras a actividades productivas
Aire	Calidad	Concentración de Partículas suspendidas			-7	-8		-12	-10		-11		7		10	13	
		Gases contaminantes			-7	-8		-11	-10	10	-9					11	
	Forma de energía	Niveles de ruido			-7	-8		-11	-9	9	-9					11	
		Niveles de Vibraciones				-9		-9	-9		-8						
Suelo	Geología	Estabilidad geológica			10			-8						10		12	
	Relieve y formas	Topografía				-13		8						8	12		
		Propiedades ffsicas				-12								10	11	12	11
	Composición	Propiedades químicas								11			11	11	9	11	10
Agua superficial	Calidad	Contaminación				-7						10	10	11		11	
	Procesos	Variación del flujo			-8	-9									11	12	
		Modificación de curso			-10	-10									13	13	
Agua subterránea	Calidad	Contaminación							-10	10		11	11	12			
	Procesos	Alteración de la recarga			-8	-10						9			12	12	
Flora silvestre	Cantidad	Abundancia		11											9	13	11
		Diversidad		11												11	
		Cobertura		11											9	14	11
	Procesos	Especies en riesgo		12												11	
		Especies de interés comercial		12												10	12
Sucesión ecológica					-7									10	12		
Fauna silvestre	Cantidad	Abundancia		12		-7		-7				-6				12	10
		Diversidad		11												12	
		Especies en Riesgo		11												11	
	Procesos	Hábitat y corredores biológicos											11	8	11	12	11
Paisaje	Calidad	Incidencia visual				-9		-9					11	7		13	10
	Interacción con el medio	Armonía visual				-7								7		13	
Población	Social	Salud pública											9	14	12		8
		Calidad de Vida	14				11										11
	Economía	Economía regional	15														9
		Actividades productivas	14				10							15			

Tabla V.15. Matriz de evaluación de magnitud y significancia de impactos ambientales.

COMPONENTE AMBIENTAL	INDICADOR AMBIENTAL	ACTIVIDAD	CRITERIOS DE VALORACIÓN							NIVEL DE MAGNITUD DEL IMPACTO	
			Carácter	Perturbación	Importancia	Ocurrencia	Extensión	Duración	Reversibilidad		VALOR DEL IMPACTO
Aire	1. Concentración de Partículas suspendidas	Obras de control de escorrentía	-1	1	1	2	1	1	1	-7	COMPATIBLE
		Preparación del terreno para Planta EcoTails y obras de apoyo	-1	1	2	2	1	1	1	-8	COMPATIBLE
		Acarreo de material (roca estéril)	-1	3	1	3	2	1	2	-12	MODERADO
		Operación de vehículos y maquinaria	-1	2	2	3	1	1	1	-10	MODERADO
		Transporte de personal e insumos	-1	2	2	3	2	1	1	-11	MODERADO
		Recolección y disposición adecuada de residuos	1	1	1	1	1	2	1	7	BAJO
		Colocación de suelo recuperado	1	1	2	2	1	2	2	10	MEDIANO
	Forestación y reforestación	1	2	2	2	1	3	3	13	MEDIANO	
	2. Gases contaminantes	Obras de control de escorrentía	-1	1	1	2	1	1	1	-7	COMPATIBLE
		Preparación del terreno para Planta EcoTails y obras de apoyo	-1	2	1	2	1	1	1	-8	COMPATIBLE
		Acarreo de material (roca estéril)	-1	2	2	3	2	1	1	-11	MODERADO
		Operación de vehículos y maquinaria	-1	2	2	3	1	1	1	-10	MODERADO
		Mantenimiento de vehículos y maquinaria	1	2	2	2	1	2	1	10	MEDIANO
		Transporte de personal e insumos	-1	2	2	2	1	1	1	-9	COMPATIBLE
		Forestación y reforestación	1	2	2	2	1	2	2	11	MEDIANO
	3. Niveles de ruido	Obras de control de escorrentía	-1	1	1	2	1	1	1	-7	COMPATIBLE
		Preparación del terreno para Planta EcoTails y obras de apoyo	-1	2	1	2	1	1	1	-8	COMPATIBLE
		Acarreo de material (roca estéril)	-1	3	2	3	1	1	1	-11	MODERADO
		Operación de vehículos y maquinaria	-1	2	2	2	1	1	1	-9	COMPATIBLE
		Mantenimiento de vehículos y maquinaria	1	2	2	2	1	1	1	9	BAJO
		Transporte de personal e insumos	-1	2	2	2	1	1	1	-9	COMPATIBLE
		Forestación y reforestación	1	2	2	2	1	2	2	11	MEDIANO
	4. Niveles de vibraciones	Preparación del terreno para Planta EcoTails y obras de apoyo	-1	2	2	2	1	1	1	-9	COMPATIBLE
		Acarreo de material (roca estéril)	-1	2	2	2	1	1	1	-9	COMPATIBLE
Operación de vehículos y maquinaria		-1	2	2	2	1	1	1	-9	COMPATIBLE	
Transporte de personal, insumos y productos finales		-1	1	2	2	1	1	1	-8	COMPATIBLE	
Obras de Control de escorrentía		1	3	1	1	1	2	2	10	MEDIANO	
Acarreo de material (roca estéril)		-1	1	1	2	1	1	2	-8	COMPATIBLE	
Minimización (mejoramiento de condiciones) de residuos generados (GeoWaste)		1	2	2	2	1	1	2	10	MEDIANO	
Forestación y reforestación	1	2	2	2	1	3	2	12	MEDIANO		
Suelo	5. Estabilidad geológica	Preparación del terreno para Planta EcoTails y obras de apoyo	-1	2	3	3	1	2	2	-13	MODERADO
		Acarreo de material (roca estéril)	1	1	2	1	1	2	1	8	BAJO
		Minimización (mejoramiento de condiciones) de residuos generados (GeoWaste)	1	1	2	1	1	2	1	8	BAJO
		Colocación de suelo recuperado	1	2	2	2	2	2	2	12	MEDIANO
	6. Topografía	Preparación del terreno para Planta EcoTails y obras de apoyo	-1	1	2	3	2	2	2	-12	MODERADO
		Minimización (mejoramiento de condiciones) de residuos generados (GeoWaste)	1	1	2	2	1	2	2	10	MEDIANO
		Colocación de suelo recuperado	1	2	2	2	1	3	1	11	MEDIANO
		Forestación y reforestación	1	2	2	2	1	3	2	12	MEDIANO
	7. Propiedades físicas	Reincorporación de las tierras a actividades productiva	1	2	2	2	1	3	1	11	MEDIANO

COMPONENTE AMBIENTAL	INDICADOR AMBIENTAL	ACTIVIDAD	CRITERIOS DE VALORACIÓN							NIVEL DE MAGNITUD DEL IMPACTO		
			Carácter	Perturbación	Importancia	Ocurrencia	Extensión	Duración	Reversibilidad		VALOR DEL IMPACTO	
	8. Propiedades químicas	Mantenimiento de vehículos y maquinaria	1	2	2	2	1	2	2	11	MEDIANO	
		Recolección y disposición adecuada de residuos	1	2	2	2	1	2	2	11	MEDIANO	
		Minimización (mejoramiento de condiciones) de residuos generados (GeoWaste)	1	2	2	2	1	2	2	11	MEDIANO	
		Colocación de suelo recuperado	1	1	1	2	1	3	1	9	BAJO	
		Forestación y reforestación	1	2	1	2	1	3	2	11	MEDIANO	
		Reincorporación de las tierras a actividades productiva	1	2	1	2	1	3	1	10	MEDIANO	
Agua superficial	9. Contaminación.	Preparación del terreno para Planta EcoTails y obras de apoyo	-1	1	2	1	1	1	1	-7	COMPATIBLE	
		Recirculación de agua (de proceso) en sistema cerrado	1	2	2	2	1	2	1	10	MEDIANO	
		Recolección y disposición adecuada de residuos	1	2	2	2	1	2	1	10	MEDIANO	
		Minimización (mejoramiento de condiciones) de residuos generados (GeoWaste)	1	2	2	2	2	2	1	11	MEDIANO	
		Forestación y reforestación	1	2	1	2	1	3	2	11	MEDIANO	
	10. Variación del flujo	Obras de control de escorrentía	-1	1	1	2	1	1	2	-8	COMPATIBLE	
		Preparación del terreno para Planta EcoTails y obras de apoyo	-1	2	2	1	1	1	2	-9	COMPATIBLE	
		Colocación de suelo recuperado	1	2	1	2	2	2	2	11	MEDIANO	
		Forestación y reforestación	1	2	1	2	2	2	3	12	MEDIANO	
	11. Modificación de curso	Obras de control de escorrentía	-1	1	2	3	1	1	2	-10	MODERADO	
		Preparación del terreno para Planta EcoTails y obras de apoyo	-1	2	2	2	1	1	2	-10	MODERADO	
		Colocación de suelo recuperado	1	2	2	2	2	2	3	13	MEDIANO	
Agua subterránea	12. Contaminación	Forestación y reforestación	1	2	2	2	2	2	3	13	MEDIANO	
		Operación de vehículos y maquinaria	-1	1	2	2	1	2	2	-10	MODERADO	
		Mantenimiento de vehículos y maquinaria	1	1	2	2	1	2	2	10	MEDIANO	
		Recirculación de agua (de proceso) en sistema cerrado	1	2	2	2	1	2	2	11	MEDIANO	
		Recolección y disposición adecuada de residuos	1	2	2	2	1	2	2	11	MEDIANO	
		Minimización (mejoramiento de condiciones) de residuos generados (GeoWaste)	1	2	2	2	2	2	2	12	MEDIANO	
	13. Alteración de la recarga	Obras de control de escorrentía	-1	1	1	2	1	2	1	-8	COMPATIBLE	
		Preparación del terreno para Planta EcoTails y obras de apoyo	-1	2	2	2	1	2	1	-10	MODERADO	
		Recirculación de agua (de proceso) en sistema cerrado	1	1	1	2	2	2	1	9	BAJO	
		Colocación de suelo recuperado	1	2	2	2	1	3	2	12	MEDIANO	
		Forestación y reforestación	1	2	2	2	1	3	2	12	MEDIANO	
		Reincorporación de las tierras a actividades productiva	1	1	2	3	1	3	1	11	MEDIANO	
Flora silvestre	14. Abundancia	Rescate y reubicación de flora y fauna	1	1	2	2	1	3	2	11	MEDIANO	
		Colocación de suelo recuperado	1	1	1	2	1	3	1	9	BAJO	
		Forestación y reforestación	1	1	3	3	1	3	2	13	MEDIANO	
		Reincorporación de las tierras a actividades productiva	1	1	2	3	1	3	1	11	MEDIANO	
	15. Diversidad	Rescate y reubicación de flora y fauna	1	1	2	2	1	3	2	11	MEDIANO	
		Forestación y reforestación	1	1	2	2	1	3	2	11	MEDIANO	
	16. Cobertura	Rescate y reubicación de flora y fauna	1	1	2	2	1	3	2	11	MEDIANO	
		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	2	3	1	3	1	11	MEDIANO	
			Rescate y reubicación de flora y fauna	1	2	2	2	1	3	2	12	MEDIANO

COMPONENTE AMBIENTAL	INDICADOR AMBIENTAL	ACTIVIDAD	CRITERIOS DE VALORACIÓN								NIVEL DE MAGNITUD DEL IMPACTO
			Carácter	Perturbación	Importancia	Ocurrencia	Extensión	Duración	Reversibilidad	VALOR DEL IMPACTO	
	17. Especies en riesgo (NOM-059)	Forestación y reforestación	1	1	2	2	1	3	2	11	MEDIANO
	18. Especies de interés comercial	Rescate y reubicación de flora y fauna	1	2	2	2	2	2	2	12	MEDIANO
		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
	19. Sucesión ecológica	Preparación del terreno para Planta EcoTails y obras de apoyo	-1	1	1	1	1	1	2	-7	COMPATIBLE
		Colocación de suelo recuperado	1	1	2	2	1	2	2	10	MEDIANO
		Forestación y reforestación	1	1	2	3	1	3	2	12	MEDIANO
	20. Abundancia	Rescate y reubicación de flora y fauna	1	2	2	2	1	3	2	12	MEDIANO
		Preparación del terreno para Planta EcoTails y obras de apoyo	-1	1	2	1	1	1	1	-7	COMPATIBLE
		Acarreo de material (roca estéril)	-1	1	2	1	1	1	1	-7	COMPATIBLE
		Transporte de personal e insumos	-1	1	1	1	1	1	1	-6	COMPATIBLE
		Forestación y reforestación	1	2	2	2	1	3	2	12	MEDIANO
		Reincorporación de las tierras a actividades productiva	1	1	1	2	1	3	2	10	MEDIANO
		Rescate y reubicación de flora y fauna	1	1	2	2	1	3	2	11	MEDIANO
Fauna silvestre	21. Diversidad	Forestación y reforestación	1	2	2	2	1	3	2	12	MEDIANO
		Rescate y reubicación de flora y fauna	1	1	2	2	1	3	2	11	MEDIANO
	22. Especies en riesgo (NOM-059)	Forestación y reforestación	1	1	2	2	1	3	2	11	MEDIANO
		Forestación y reforestación	1	1	2	2	1	3	2	11	MEDIANO
	23. Hábitat y corredores biológicos	Recolección y disposición adecuada de residuos	1	2	1	2	1	3	2	11	MEDIANO
		Minimización (mejoramiento de condiciones) de residuos generados (GeoWaste)	1	1	1	1	1	3	1	8	BAJO
		Colocación de suelo recuperado	1	1	2	2	1	3	2	11	MEDIANO
		Forestación y reforestación	1	2	2	2	1	3	2	12	MEDIANO
		Reincorporación de las tierras a actividades productiva	1	1	2	3	1	3	1	11	MEDIANO
	24. Incidencia visual	Preparación del terreno para Planta EcoTails y obras de apoyo	-1	1	1	2	1	2	2	-9	COMPATIBLE
		Acarreo de material (roca estéril)	-1	1	1	2	1	2	2	-9	COMPATIBLE
		Recolección y disposición adecuada de residuos	1	2	1	2	1	3	2	11	MEDIANO
		Minimización (mejoramiento de condiciones) de residuos generados (GeoWaste)	1	1	1	1	1	2	1	7	BAJO
		Forestación y reforestación	1	2	2	2	2	3	2	13	MEDIANO
		Reincorporación de las tierras a actividades productiva	1	1	1	2	2	3	1	10	MEDIANO
		Preparación del terreno para Planta EcoTails y obras de apoyo	-1	1	1	1	1	1	2	-7	COMPATIBLE
Paisaje	25. Armonía visual	Minimización (mejoramiento de condiciones) de residuos generados (GeoWaste)	1	1	1	1	1	2	1	7	BAJO
		Forestación y reforestación	1	2	2	2	2	3	2	13	MEDIANO
		Recolección y disposición adecuada de residuos	1	1	2	2	1	2	1	9	BAJO
	26. Salud pública	Recolección y disposición adecuada de residuos	1	3	2	3	2	2	2	14	MEDIANO
		Minimización (mejoramiento de condiciones) de residuos generados (GeoWaste)	1	2	2	2	2	2	2	12	MEDIANO
		Forestación y reforestación	1	1	2	1	2	1	1	8	BAJO
		Contratación del personal	1	3	3	3	2	2	1	14	MEDIANO
	27. Calidad de vida	Capacitación	1	2	1	2	2	2	2	11	MEDIANO
		Reincorporación de las tierras a actividades productiva	1	2	2	2	1	3	1	11	MEDIANO
		Forestación y reforestación	1	2	2	2	1	3	1	11	MEDIANO

COMPONENTE AMBIENTAL	INDICADOR AMBIENTAL	ACTIVIDAD	CRITERIOS DE VALORACIÓN								NIVEL DE MAGNITUD DEL IMPACTO
			Carácter	Perturbación	Importancia	Ocurrencia	Extensión	Duración	Reversibilidad	VALOR DEL IMPACTO	
	28. Economía Regional	Contratación del personal	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
	29. Actividades productivas	Contratación del personal	1	3	3	3	2	2	1	14	MEDIANO
		Capacitación	1	2	1	2	2	2	1	10	MEDIANO
		Minimización (mejoramiento de condiciones) de residuos generados (GeoWaste)	1	3	3	3	2	2	2	15	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 123 interacciones o impactos individuales posibles, entre las actividades del Proyecto y los componentes e indicadores ambientales seleccionados. De esos impactos, 37 tienen carácter adverso o negativo y 86 son positivos (Tabla V.16).

Tabla V.16. Impactos (interacciones) por tipo y nivel de magnitud.

Impactos Adversos		Impactos Compatibles	Impactos Positivos		
Severos	Moderados	Compatibles	Altos	Medianos	Bajos
0	12	25	0	72	14
37			86		
123					

El 32.43% de los efectos potencialmente negativos es de magnitud moderada (12), 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 adecuadas y –hasta cierto punto– simples. El 67.56% es compatible, es decir, no obstante, su naturaleza en esencia negativa, son impactos que se expresan sobre componentes ambientales que no sufren cambios permanentes, por lo que se pueden recuperar sin la implementación de medidas de manejo y pueden considerarse nulos o mínimos. No se presentan impactos potenciales de magnitud considerada como severa.

Respecto de los impactos positivos, se observa que la mayoría (72) 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.

En términos generales, a partir del análisis de la magnitud de los impactos identificados, se aprecia que el Proyecto presenta un balance favorable de efectos positivos con respecto de los negativos. Esta situación refleja que el Proyecto ha internalizado medidas y acciones ambientales suficientes para promover la prevención o neutralización de los efectos indeseables. Además, este efecto “positivo” del Proyecto refleja que las acciones promovidas contribuyen -de forma global- con la atenuación de impactos ambientales ya identificados; ejemplo de esto es la recuperación de agua de proceso que la operación de

la Planta Prototipo EcoTails posibilita, así como la mayor estabilidad que proporciona el GeoWaste, en caso de resultar viable su generación, a la zona donde se depositarán.

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 positivos (86) que negativos (37), 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 ambientales al Proyecto, las cuales obedecen a la política de la Empresa respecto a tomar en cuenta criterios de protección al medio ambiente.

Aunque algunos de los impactos positivos se pueden considerar como medidas de prevención o mitigación –como es el rescate y reubicación de especies sistemático en todas las áreas de ocupación de la UMP- para los efectos adversos, es necesario destacar que son resultado de la internalización de criterios de sustentabilidad ambiental en el Proyecto.

Considerando lo anterior y con el propósito de lograr una revisión más ágil de los impactos identificados, a continuación, se analizan conjuntamente los impactos positivos y negativos que tienen incidencia en el mismo indicador ambiental. Solamente se incluye la descripción de los impactos positivos cuando no existe, para el indicador respectivo, un efecto adverso identificado.

Para mayor claridad, a continuación, se describe este análisis integrado de los impactos ambientales del Proyecto, partiendo del escenario supuesto de desarrollo del mismo y de la aplicación de medidas de mitigación.

COMPONENTE AMBIENTAL:		AIRE (CALIDAD)						
Indicador de impacto:		1. Concentración de partículas suspendidas						
Impacto:		1. Incremento en la concentración de partículas suspendidas						
Actividades que generan el impacto:		Preparación del terreno, acarreo de material, operación de vehículos y maquinaria, transporte de insumos y personal.						
Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:		Preparación del sitio, operación, actividades comunes.						
Caracterización del efecto global:		Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control
		Negativo	Local	Corto plazo	Simple	Fugaz	Baja	Mitigable Impactos positivos
Evaluación:		El traslado de material, operación de vehículos y maquinaria y transporte de personal son las actividades de mayor relevancia en relación con la generación de emisiones de partículas (polvo). Su significancia se evalúa como baja, debido a la extensión y duración del efecto, así como a su reversibilidad y capacidad de mitigación, y la existencia de actividades del Proyecto con efectos positivos de mitigación. En contraposición al impacto adverso, la revegetación de áreas tiene un efecto positivo en la mitigación de la dispersión de partículas de polvo. Esto se da porque la revegetación de las áreas de ocupación, en la etapa de cierre, constituirá una protección sobre el terreno expuesto y una barrera física ante procesos erosivos (eólicos e hídricos) y la dispersión de polvo. Adicionalmente, el contar con un plan de monitoreo ambiental que se implementa desde etapas iniciales en la UMP, aporta los elementos de información y supervisión indispensables para asegurar que la concentración de partículas suspendidas se mantenga dentro de límites aceptables a la salud humana.						
Indicador de impacto:		2. Gases contaminantes						
Impacto:		2. Incremento en la concentración de gases contaminantes						
Actividades que generan el impacto:		Preparación del terreno, acarreo de material, operación de vehículos y maquinaria, transporte de personal e insumos						
Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:		Preparación del sitio, operación, actividades comunes.						
Caracterización del efecto global:		Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control
		Negativo	Local	Corto plazo	Simple	Fugaz	Baja	Previsible Impactos positivos
Evaluación:		La generación y concentración de gases resultantes del uso de combustibles por parte de los vehículos de transporte y maquinaria, podría manifestarse durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación. Los gases contaminantes que se emitan se dispersarán naturalmente por el emplazamiento del Proyecto en un espacio abierto, y, asimismo, el impacto desaparecerá una vez que cesen las actividades que lo originan. No obstante, se considera viable prevenir la ocurrencia del impacto por un incremento en la concentración de emisiones, a través del establecimiento de un control estricto para que los vehículos y la maquinaria de las empresas contratistas ajusten sus emisiones a los valores establecidos en las normas oficiales mexicanas NOM-041-SEMARNAT-1999 y NOM-045-SEMARNAT-1996. Asimismo, la temprana y sostenida implementación del plan de monitoreo ambiental del Proyecto, tendrá un efecto positivo de alta significancia en la supervisión y control de las emisiones.						
COMPONENTE AMBIENTAL:		AIRE (FORMA DE ENERGÍA)						
Indicador de impacto:		3. Niveles de ruido						
Impacto:		3. Incremento en los niveles de ruido del sitio						
Actividades que generan el impacto:		Preparación del terreno, acarreo de material, operación de vehículos y 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	Fugaz	Baja	Mediana Impactos positivos

Evaluación:	La generación de ruido representa uno de los impactos inherentes de la actividad minera. En el caso del Proyecto en evaluación, este ruido es ocasionado por la operación de maquinaria y el movimiento de materiales. No obstante su carácter negativo, el efecto se considera de significancia moderada, debido a su posibilidad de control, el distanciamiento de los asentamientos humanos más próximos, los horarios de emisión, su persistencia y su efecto de ahuyentamiento de fauna, favorable este último en términos de la seguridad de los animales. Asimismo, la temprana y sostenida implementación del plan de monitoreo ambiental del Proyecto, tendrá un efecto positivo en la supervisión y control de las emisiones sonoras, para el cumplimiento de la norma laboral aplicable.						
Indicador de impacto:	4. Nivel de vibraciones						
Impacto:	4. Emisión de vibraciones						
Actividades que generan el impacto:	Preparación del terreno, acarreo 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	Fugaz	Baja	Mediana
Evaluación:	Las mismas actividades generadoras de ruido tienen implicaciones en la emisión de vibraciones. No obstante este carácter negativo, el efecto es de significancia moderada, en función de su extensión, su persistencia fugaz y la capacidad de control.						

COMPONENTE AMBIENTAL:	SUELO (GEOLOGÍA)						
Indicador de impacto:	5. Estabilidad geológica						
Impacto:	5. Generación de inestabilidad geofísica del terreno						
Actividades que generan el impacto:	Preparación del terreno, acarreo de material, depósito de GeoWaste						
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	Permanente	Moderada	Previsible Impactos positivos
Evaluación:	Debido a su naturaleza y origen, la conformación de áreas como la tepetatera (es una fuente de roca estéril para mezclar con los jales espesados y formar el GeoWaste) se conciben como formaciones inestables del terreno, por lo que el recurrir al movimiento de material ya asentado en la misma tepetatera podría modificar la estabilidad que tiene. A pesar de ello y la persistencia del efecto, éste se considera de significancia moderada, toda vez que, aunque el riesgo de colapso es potencial, el diseño de estas áreas atiende a rigurosos criterios de ingeniería, estabilidad y seguridad estructural, que previenen la ocurrencia de desplomes. Debido a lo anterior, la posibilidad de tomar tepetate y transportarlo a la Planta EcoTails es, de relativa seguridad. En contraposición al impacto adverso, la generación del GeoWaste (estructuralmente más estable), la revegetación, la construcción de obras de control de escorrentías y el monitoreo ambiental, tienen un importante impacto positivo que incide en la estabilidad física del terreno.						

COMPONENTE AMBIENTAL:	SUELO (RELIEVE Y FORMAS)						
Indicador de impacto:	6. Topografía						
Impacto:	6. Alteración de la topografía natural del terreno						
Actividades que generan el impacto:	Preparación del terreno, acarreo de material, reubicación y ampliación de caminos, reubicación de obras de apoyo						
Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:	Construcción, operación.						
Caracterización del efecto global:	Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control
	Negativo	Local	Corto plazo	Simple	Fugaz	Moderada	Mediana

Evaluación:	La alteración de la topografía del terreno es uno de los impactos residuales inherentes a las actividades de explotación minera. Por lo que toca al Proyecto, si bien éste no modifica en gran medida la topografía actual (producto de la actividad en la UMP), se considera como impacto ya que sigue contribuyendo a cambios en diferentes áreas (sitio de Planta Prototipo EcoTails y la presa de jales como área de depósito de GeoWaste). En el caso de los efectos de la nivelación y compactación en terrenos donde se ubicarán la planta prototipo, caminos y la línea eléctrica, éstos tienen amplias posibilidades de ser revertidos, una vez concluyan las actividades del Proyecto. En el caso de la tepetatera, puede esperarse una disminución no significativa del nivel de las “camas” que la conforman y, para el sitio de depósito de GeoWaste (presa de jales), una estructura más estable de la topografía en el sitio.
-------------	--

COMPONENTE AMBIENTAL:	SUELO (COMPOSICIÓN/PROPIEDADES FÍSICAS)						
Indicador de impacto:	7. Estructura						
Impacto:	7. Pérdida de suelo						
Actividades que generan el impacto:	Preparación de terreno (incluye reubicación y ampliación de caminos, línea eléctrica, ductos de agua, impermeabilización de área de la Planta EcoTails).						
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	Corto plazo	Simple	Temporal	Moderada	Alta
Evaluación:	Impactos positivos						
	La significancia del efecto de la preparación del terreno se evalúa como moderada, debido a que se trata de acondicionamiento puntual en las áreas de ocupación del Proyecto y su persistencia será temporal. El efecto podrá revertirse parcialmente al concluir la vida operativa del Proyecto, a través de la recolocación de suelo recuperado sobre las áreas afectadas.						
	Asimismo, la construcción de obras de control de escurrimientos favorecerá el control de la erosión hídrica en la zona durante la temporada de mayor precipitación, con un consecuente efecto positivo en la preservación del suelo en las áreas adyacentes al Proyecto.						

COMPONENTE AMBIENTAL:	SUELO (COMPOSICIÓN/PROPIEDADES QUÍMICAS)							
Indicador de impacto:	8. Contaminación							
Impacto:	8. Contaminación del suelo							
Actividades que generan el impacto:	Operación de maquinaria, generación de residuos, derrames accidentales de reactivos y combustibles.							
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	Fugaz	Compatible	Previsible	Impactos positivos
	La generación de residuos y la operación de maquinaria son actividades potencialmente generadoras de contaminación del suelo.							
	En el primer caso, el riesgo de contaminación se asocia con un manejo y disposición inadecuados de los residuos que se generen durante del desarrollo del Proyecto. En el segundo, por la ocurrencia de derrames de aceites al operar maquinaria en condiciones inadecuadas de funcionamiento. Este mismo riesgo de derrames se considera al manejar las sustancias utilizadas (floculante) durante el proceso de espesamiento de los jales.							
Evaluación:	En todos los casos, sin embargo, los impactos son susceptibles de prevenirse, a través de medidas de control 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:		9. Niveles de contaminación						
Impacto:		9. Riesgo de contaminación (y sedimentación) en escurrimientos estacionales						
Actividades que generan el impacto:		Preparación del terreno						
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	Baja	Mitigable Impactos positivos
		Pese a que se trata de un área con exposición (la cobertura vegetal es escasa) producto de actividades anteriores, se sigue considerando para el Proyecto el riesgo de arrastre de sedimentos durante la temporada de lluvias y su acumulación en el lecho de los cursos de agua de la zona.						
		Adicionalmente, debido al manejo de soluciones químicas (floculante) y el uso de jales procedentes de un área de proceso, se considera como riesgo potencial la contaminación -debida a derrames accidentales- de los mismos escurrimientos de agua superficial que pudieran presentarse en temporada de lluvia.						
Evaluación:		El efecto es de extensión local y mediano plazo, ya que se manifiesta primordialmente en los escurrimientos localizados aguas abajo de las áreas de ocupación, 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 construcción de obras de control de escorrentía, 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 del Proyecto evitará que permanezcan áreas expuestas.						
COMPONENTE AMBIENTAL:		AGUA SUPERFICIAL (PROCESOS)						
Indicador de impacto:		10. Variación de flujo						
Impacto:		10. Modificación (incremento) del flujo de agua superficial						
Actividades que generan el impacto:		Preparación del terreno						
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	Mediano plazo	Simple	Temporal	Moderado	Mitigable Impactos positivos
		Nuevamente, por tratarse de un terreno “expuesto”, éste se considera más susceptible a la distorsión de los patrones naturales de escurrimiento superficial del sitio; dicha condición aumenta al ser ocupado el sitio.						
		Esto puede relacionarse con la modificación de la velocidad de 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) intensifica el efecto de la erosión hídrica del suelo y roca expuesta; y (ii) reduce el potencial de infiltración de la zona.						
Evaluación:		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.						
		Dado que el Proyecto no incrementa las superficies y tiempo de exposición del terreno, que contempla construir obras de control de escurrimientos -que reducirán el efecto adverso- 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.						
Indicador de impacto:		11. Modificación de curso						
Impacto:		11. Modificación del curso natural de los escurrimientos superficiales						
Actividades que generan el impacto:		Preparación del terreno.						

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:	Negativo	Local	Corto plazo	Simple	Temporal	Moderado	Mitigable Impactos positivos
Las mismas actividades que ocasionan variaciones en el flujo de los escurrimientos naturales causan la alteración de los patrones naturales de las escorrentías. El efecto se evalúa como local y de corto plazo, de significancia moderada y mitigable, a través de la construcción de obras de control de escurrimientos. 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 reencauzarlos hacia escurrimientos naturales.							

COMPONENTE AMBIENTAL:	AGUA SUBTERRÁNEA (CALIDAD)						
Indicador de impacto:	12. Contaminación						
Impacto:	12. Contaminación del agua subterránea						
Actividades que generan el impacto:	Preparación del terreno, operación de vehículos y maquinaria, generación de residuos, potencial de derrames.						
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:	Compatible	Puntual	Corto plazo	Simple	Temporal	Compatible	Previsible Impactos positivos
La operación de maquinaria y de la Planta EcoTails, así como la generación de residuos, son actividades potencialmente generadoras de contaminación del agua subterránea. El efecto es puntual y de corto plazo. Se considera que la significancia global del efecto es compatible o mínima, debido al sistema de captación de infiltraciones de soluciones. 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 (PROCESOS)						
Indicador de impacto:	13. Capacidad de recarga						
Impacto:	13. Disminución de la capacidad de recarga del agua subterránea						
Actividades que generan el impacto:	Preparación del terreno, nivelación, compactación, impermeabilización, instalación de Planta EcoTails.						
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:	Negativo	Puntual	Mediano plazo	Simple	Temporal	Moderado	Mitigable Impactos positivos
La preparación del sitio, sobre todo lo relativo a nivelación, compactación e impermeabilización, 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. Pese a que es un sitio impactado, se considera el efecto ya que se prevé que la Planta EcoTails requerirá la instalación de un piso de concreto, cuya impermeabilidad es mayor que la que presentan las condiciones actuales del sitio, aun estando ya impactado y modificado.							

No obstante lo anterior, además de ser temporal y localizado exclusivamente en las áreas de ocupación del Proyecto, el impacto es susceptible de ser mitigado.

Actividades como el desmantelamiento y retiro de instalaciones al final de la vida útil de la mina, 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:		14. Abundancia y Diversidad						
Impacto:		14. Conservación de la diversidad de flora silvestre						
Actividades que generan el impacto:		Rescate y reubicación 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
		Positivo	Local	Corto plazo	Simple	Permanente	Mediana	No aplica
Evaluación:		El rescate de vegetación (germoplasma principalmente) que se ha llevado a cabo en otras etapas de la UMP (cabe recordar que para el Proyecto Planta Prototipo EcoTails, se trata de sitios con escasa cobertura vegetal), las labores de revegetación y el permanente monitoreo ambiental, asegurarán que durante el desarrollo del Proyecto se conserve –en zonas aledañas- la diversidad de especies vegetales de la región.						
Indicador de impacto:		15. Cobertura						
Impacto:		15. Disminución de la cobertura vegetal						
Actividades que generan el impacto:		Desmante						
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	Mediana	No aplica
		Generalmente, la pérdida de cobertura vegetal es un factor que considerar cuando se trata de instalar un proyecto (en este caso la Planta EcoTails). Sin embargo -debido a que se considera el uso de áreas anteriormente impactadas y poca cobertura vegetal- este impacto es de muy baja a nula consideración.						
		En contraposición, ya que se prevé integrar el área de Proyecto al desarrollo del programa de restauración ambiental de la UMP en la etapa de cierre, en el que se incluye la revegetación de las áreas afectadas, con el propósito de que éstas recuperen su cobertura vegetal, se cuenta con un efecto valuado como positivo.						
Evaluación:		La revegetación y el monitoreo ambiental que se instrumentará permanentemente en el sitio; representan actividades del Proyecto con un efecto calificado como mediano, que contrarrestará, aunque en el largo plazo, el efecto adverso del cambio de uso del suelo dado en etapas anteriores del desarrollo minero.						

COMPONENTE AMBIENTAL:		FLORA SILVESTRE (PROCESOS)						
Indicador de impacto:		16. Especies en riesgo						
Impacto:		16. Conservación de especies en riesgo						
Actividades que generan el impacto:		Rescate y reubicación 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
		Positivo	Local	Corto plazo	Simple	Permanente	Mediana	No aplica
Evaluación:		Al igual que con los factores de abundancia y diversidad, se toma en cuenta el efecto positivo que tuvieron las actividades de recuperación de semillas y plántulas de especies que se dieron en etapas anteriores del desarrollo minero (actualmente el área						

de Proyecto está desprovista de una cobertura vegetal significativa). Dichas actividades generaron germoplasma utilizado para la producción de planta en el vivero de la UMP; los ejemplares producidos se utilizan en tareas de revegetación previstas por la Empresa.

COMPONENTE AMBIENTAL:	FAUNA SILVESTRE (CANTIDAD)														
Indicador de impacto:	17. Abundancia														
Impacto:	17. Disminución de la abundancia de las poblaciones de fauna silvestre en el sitio														
Actividades que generan el impacto:	Instalación de la Planta EcoTails, acarreo 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:	<table><tr><td>Carácter</td><td>Extensión</td><td>Momento</td><td>Acumulación</td><td>Persistencia</td><td>Significancia</td><td>Posibilidad de control</td></tr><tr><td>Negativo</td><td>Local</td><td>Corto plazo</td><td>Simple</td><td>Temporal</td><td>Baja</td><td>Previsible Impactos positivos</td></tr></table> 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 de fauna. Por tratarse de áreas al interior de la UMP, se considera que las actividades anteriormente mencionadas ya presentaban el efecto sobre la fauna, misma que es prácticamente inexistente en el sitio de Proyecto. 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 conserva su cobertura vegetal -sitios aledaños a la UMP-, aportan áreas de ocupación para la fauna nativa.	Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control	Negativo	Local	Corto plazo	Simple	Temporal	Baja	Previsible Impactos positivos
Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control									
Negativo	Local	Corto plazo	Simple	Temporal	Baja	Previsible Impactos positivos									
Evaluación:	El efecto, valorado como local, temporal y bajo en magnitud, es asimismo prevenible, mediante técnicas de rescate y ahuyentamiento que permitan el desplazamiento seguro de los individuos que puedan ingresar al sitio, hacia áreas que no serán perturbadas. Para este indicador, el rescate de fauna previsto como una actividad constante para el Proyecto (se integra a las actividades ya operativas de la UMP) 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:	18. Diversidad														
Impacto:	18. Conservación de la diversidad de fauna silvestre del sitio														
Actividades que generan el impacto:	Rescate y reubicación de ejemplares de fauna silvestre, revegetación														
Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:	Preparación del sitio, construcción, operación.														
Caracterización del efecto global:	<table><tr><td>Carácter</td><td>Extensión</td><td>Momento</td><td>Acumulación</td><td>Persistencia</td><td>Significancia</td><td>Posibilidad de control</td></tr><tr><td>Positivo</td><td>Local</td><td>Corto plazo</td><td>Simple</td><td>Permanente</td><td>Alta</td><td>No aplica</td></tr></table> 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.	Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control	Positivo	Local	Corto plazo	Simple	Permanente	Alta	No aplica
Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control									
Positivo	Local	Corto plazo	Simple	Permanente	Alta	No aplica									
Evaluación:															

COMPONENTE AMBIENTAL:	FAUNA SILVESTRE (PROCESOS)														
Indicador de impacto:	19. Especies en riesgo														
Impacto:	19. Conservación de especies en riesgo														
Actividades que generan el impacto:	Rescate y reubicación de fauna silvestre, revegetación														
Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:	Preparación del sitio, construcción, operación.														
Caracterización del efecto global:	<table><tr><td>Carácter</td><td>Extensión</td><td>Momento</td><td>Acumulación</td><td>Persistencia</td><td>Significancia</td><td>Posibilidad de control</td></tr><tr><td>Positivo</td><td>Local</td><td>Corto plazo</td><td>Simple</td><td>Permanente</td><td>Mediana</td><td>No aplica</td></tr></table>	Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control	Positivo	Local	Corto plazo	Simple	Permanente	Mediana	No aplica
Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control									
Positivo	Local	Corto plazo	Simple	Permanente	Mediana	No aplica									

Evaluación:	Como en el caso de la diversidad, las actividades de rescate, capacitación a los trabajadores respecto de la conservación de la fauna, la integración de la superficie del Proyecto al programa permanente de monitoreo ambiental y la revegetación prevista en la etapa de cierre de la UMP, generarán un impacto positivo en la conservación de la diversidad de especies en riesgo actualmente presente en el sitio. Particularmente, el rescate de fauna se enfocará en los ejemplares pertenecientes a las especies registradas en la zona con estatus de riesgo, mismas que se enlistan en el Capítulo IV de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.						
Indicador de impacto:	20. Hábitat y corredores biológicos						
Impacto:	20. Pérdida de hábitat y corredores biológicos						
Actividades que generan el impacto:	Preparación de terreno						
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	Corto plazo	Simple	Temporal	Baja	Mediana Impactos positivos
	Aunque se trata de un sitio impactado y dentro de la UMP, se sigue considerando el efecto sobre la disminución de hábitat ya que el Proyecto contribuye a mantener la ocupación del terreno y, por consecuencia, la pérdida de hábitat y la fragmentación de corredores biológicos.						
Evaluación:	En el caso particular, tal efecto será puntual, temporal y bajo, toda vez que el polígono del Proyecto se encuentra inmerso en la UMP, sitio donde –por razones de conservación- se impide el acceso de fauna silvestre y se llevan a cabo acciones de monitoreo para evitar su presencia. La temporalidad del impacto se asocia con la restauración y revegetación del sitio en la etapa de cierre de la mina que, junto con el constante monitoreo ambiental que será realizado, implica un impacto positivo de mitigación del efecto adverso.						

COMPONENTE AMBIENTAL:	PAISAJE (CALIDAD/INTERACCIÓN CON EL MEDIO)						
Indicador de impacto:	21. Calidad y armonía visual						
Impacto:	21. Deterioro de la calidad y armonía visual del paisaje						
Actividades que generan el impacto:	Preparación del terreno, instalación de Planta Prototipo EcoTails y obras de apoyo, generación de residuos						
Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:	Todas						
Caracterización del efecto global:	Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control
	Negativo	Local	Corto plazo	Simple	Temporal	Baja	Media Impactos positivos
	Gran parte de las actividades del Proyecto tiene incidencia en la modificación de los atributos estructurales del paisaje, especialmente los efectos se verán reflejados en la modificación topográfica, debido a la conformación del terreno para que sea apto para recibir al Proyecto.						
Evaluación:	La persistencia del efecto se valora como temporal, en tanto dure la vida útil de la mina. La significancia baja del impacto se relaciona fundamentalmente con la ubicación del Proyecto en una zona dentro de la UMP. Esto le confiere poca exposición visual, integrándose así al “paisaje” industrial conformado por la unidad minera. En contrapartida, las actividades de la etapa de cierre del Proyecto, que incluyen la restauración del sitio, contribuyen con un impacto positivo de mediana magnitud en el componente. Tales actividades permitirán recuperar en cierta medida los principales atributos del paisaje del sitio.						

COMPONENTE AMBIENTAL:	POBLACIÓN (SOCIAL)						
Indicador de impacto:	22. Salud pública						
Impacto:	22. Incremento en los riesgos a la salud pública de las comunidades próximas						
Actividades que generan el impacto:	Traslado de material, operación de maquinaria, transporte de materiales, 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	Local	Mediano plazo	Simple	Temporal	Compatible	Previsible Impactos positivos
Evaluación:	Todas las actividades del Proyecto potencialmente generadoras de contaminantes que afecten la calidad del aire y agua se vinculan con la generación de riesgos a la salud pública de las comunidades próximas. No obstante, en virtud del distanciamiento de los poblados de mayor proximidad con el Proyecto, el hecho de que está enfocado a la recuperación de agua y reducir características de riesgo de los jales, la localización puntual de los efectos, así como la integración de medidas de control eficientes para la prevención de riesgos de contaminación, confieren al impacto una valoración compatible con las actividades pretendidas. Actividades como el manejo adecuado de los residuos, control de polvos y emisiones, monitoreo ambiental, así como la eventual restauración del sitio, generarán condiciones favorables para los asentamientos humanos de mayor proximidad.						
Indicador de impacto:	23. Calidad de vida						
Impacto:	23. Deterioro de la calidad de vida de los habitantes de las comunidades próximas						
Actividades que generan el impacto:	Traslado de material, 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	Local	Mediano plazo	Simple	Temporal	Compatible	Previsible Impactos positivos
Evaluación:	La calidad de vida de los habitantes de las comunidades con mayor proximidad al Proyecto podría verse potencialmente afectada por las actividades en rubros como la salud, seguridad y estado de confort. Sin embargo, como en el caso de la salud pública, el distanciamiento de los poblados, el confinamiento del proceso y el objetivo de recuperar agua y reducir características de riesgo a los jales, así como la integración de medidas de control eficientes para la prevención de riesgos de contaminación, confieren al impacto una valoración compatible con las actividades pretendidas. En contraposición al impacto adverso, el Proyecto incluye actividades, como el manejo sustentable de los residuos, control de polvos y emisiones, monitoreo ambiental, restauración del sitio y contratación de personal, que generarán en su conjunto un efecto positivo en la seguridad, salud y economía locales.						

COMPONENTE AMBIENTAL:	ECONOMÍA REGIONAL						
Indicador de impacto:	24. Generación de empleos						
Impacto:	24. Creación de empleos						
Actividades que generan el impacto:	Contratación de personal						
Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:	Preparación del sitio y Construcción.						
Caracterización del efecto global:	Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control
	Positivo	Regional	Corto plazo	Simple	Temporal	Mediano	No aplica
Evaluación:	El desarrollo del Proyecto implicará la generación de empleos durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Durante la etapa de operación, la cantidad de personal actual no se verá modificada. Aunque la contratación de personal –para las etapas de preparación de sitio y construcción– es de carácter temporal, se considera que esta contratación representa un impacto positivo en la economía regional, debido a que es un objetivo de la Empresa el favorecer la contratación y capacitación de personal procedente de la región.						
Indicador de impacto:	25. Productividad						
Impacto:	25. Incremento de la productividad local y regional						
Actividades que generan el impacto:	Contratación de personal, desmantelamiento y retiro de instalaciones, revegetación						
Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:	Todas						

Caracterización del efecto global:	Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control
	Positivo	Local - Regional	Corto plazo	Simple	Temporal	Mediano	No aplica
Evaluación:	Al margen de la contribución de la UMP a la productividad estatal y nacional, por lo que toca a la colocación en el mercado de minerales metálicos, durante todas las etapas del Proyecto Planta Prototipo EcoTails, la contratación de personal y servicios, así como la adquisición de materiales e insumos, generarán un impacto positivo que incide en la productividad a escala local y regional. Específicamente en el contexto local, no existe ninguna actividad productiva que se vea afectada por el desarrollo del Proyecto. Al concluir la vida útil de la mina, las actividades de cierre, desmantelamiento y restauración generarán condiciones favorables para el aprovechamiento productivo de los terrenos, en beneficio de las comunidades locales.						

V.5 CONCLUSIONES

Del análisis integrado mostrado anteriormente, en el que se valoró el conjunto de impactos de cada actividad del Proyecto sobre cada componente e indicador ambiental, de manera global, se desprenden las siguientes conclusiones:

- Las diferentes actividades relacionadas con el desarrollo del Proyecto suponen la ocurrencia de un total de 123 interacciones posibles, entre las actividades del Proyecto y los distintos componentes del medio ambiente.
- Al analizar integralmente las interacciones individuales por indicador ambiental, el conjunto de efectos se traduce en la ocurrencia potencial de un total de 25 impactos globales, de los cuales 14 son negativos, siete positivos y cuatro compatibles.
- Del total de impactos negativos, el más significativo por su persistencia, es la alteración de la topografía natural del terreno, relacionado fundamentalmente con la preparación del terreno para instalar la Planta Prototipo EcoTails y demás obras de apoyo (se considera así pese a que el área ya presenta alteración por actividades anteriores, sin embargo, un ajuste de las condiciones será requerido). Además, otras actividades como el uso de tepetate y la generación del GeoWaste (más estable físicamente) podrán influir en la estabilidad de áreas de depósito de estos residuos.
- El balance final de la evaluación de los impactos ambientales del Proyecto indica que, con excepción de la modificación de la topografía, no se generarán perturbaciones de significancia en los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos del área. Este hecho, aunado a los impactos positivos del Proyecto y la implementación de medidas preventivas y de mitigación ambiental, le confieren una viabilidad aceptable en el marco de las regulaciones y normatividad nacional.

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En la actualidad, la minería se caracteriza por la adopción de una serie de principios fundamentales para lograr un desempeño armónico con el desarrollo sostenible. Particularmente, en lo que se refiere al medio ambiente, se han identificado diversas prácticas y estrategias que tienen como objetivo establecer un balance entre la perturbación o impactos causados por las operaciones mineras y la capacidad del sistema ambiental para recuperar sus condiciones y estabilidad.

En este sentido, una constante en la planificación de los proyectos mineros 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.

Dicho 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.

Así, es posible afirmar que Minera Peñasquito S.A. de C.V. ha incorporado en el Proyecto Planta Prototipo EcoTails 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. En este sentido, cabe recordar que las acciones de gestión ambiental consideradas se integrarán a los planes/programas de manejo y mitigación ambiental que, en estos momentos, se aplican durante la operación de la Unidad Minera Peñasquito (UMP).

Es importante destacar que, para los efectos adversos que se identificaron, se establecen medidas de mitigación o control, mismas que serán mencionadas más adelante. Estas medidas de mitigación que se proponen a la autoridad ambiental son de cuatro tipos:

- a) *Medidas preventivas.* Orientadas a evitar la ocurrencia de efectos negativos. La implementación de estas medidas es esencial para reducir los costos ambientales del Proyecto y asegurar que su desarrollo se conduzca dentro límites aceptables por la normatividad.

- b) *Medidas de mitigación.* Encaminadas a la atenuación de los impactos negativos, para mantenerlos en niveles de cumplimiento en el marco de la normatividad o la capacidad de carga del Sistema Ambiental.
- 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 o por la autoridad. Las medidas de control permitirán autoevaluarse y evaluar las medidas propuestas para identificar eventos que requieran modificaciones o mejoramientos en las medidas.

Algunas de las medidas identificadas y propuestas 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 MEDIDAS GENERALES DE PROTECCIÓN AMBIENTAL

Las siguientes medidas de protección ambiental se aplican actualmente en la UMP y continuarán aplicándose en relación con las actividades para las que se solicita autorización, dado que el Proyecto pretende aprovechar la experiencia que se tiene con el propio desarrollo de la infraestructura actual.

1. La unidad minera actualmente cuenta con todos los sistemas de control de emisiones necesarios para evitar la contaminación. En el caso del Proyecto propuesto, se tendrá especial cuidado en mantener estas actividades, que incluyen el riego constante de caminos y frentes de trabajo, así como el mantenimiento de la maquinaria y el equipo.
2. El sistema que se implementará pretende la recuperación de volúmenes de agua contenidos en los jales generados en otras áreas de procesamiento de la UMP;

asimismo implica la generación de residuos (GeoWaste) más estables estructural y químicamente⁶. El agua recuperada será recirculada hacia los procesos ya operativos de beneficio de mineral, contribuyendo al sistema cerrado y con cero descargas de las operaciones actuales.

3. Todas las obras civiles están proyectadas con márgenes de seguridad amplios que garantizan su estabilidad y, en los casos donde es factible, estructuras que faciliten las actividades de recuperación del área.
4. Se mantendrá el control de la escorrentía superficial, para evitar obstruir los escurrimientos naturales. En los casos que sea necesario, se realizarán los desvíos adecuados para canalizar los escurrimientos hacia su cauce natural, evitando la sedimentación y el arrastre durante las precipitaciones.
5. El Proyecto se incorporará al programa intensivo de monitoreo de posibles fugas y/o infiltraciones al subsuelo, que incluye los pozos de monitoreo actuales.
6. Se protegerá a la fauna silvestre, como se ha realizado hasta el momento, a través de evitar lastimar de forma directa a la fauna y la colocación de cercas de protección y sistemas para ahuyentar a las aves y otras especies.

VI.2 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL

Con base en la identificación y evaluación de los impactos ambientales potenciales del Proyecto (presentada en el Capítulo V de este documento), se analizaron las medidas de control con probabilidades efectivas de aplicación durante cada una de las etapas de desarrollo.

El presente capítulo tiene como objetivo el indicar qué acciones se implementarán con el fin de prevenir y mitigar los impactos ambientales potenciales identificados y, en su caso, rehabilitar o compensar las condiciones prevalecientes en el predio, previamente al desarrollo del Proyecto.

Cabe destacar que las acciones de prevención y mitigación, propuestas para el Proyecto en evaluación, se integrarán a las medidas y programas de mitigación ambiental que son parte de las actividades que la UMP lleva a cabo actualmente o considera aplicar a futuro,

⁶ Se prevé un análisis químico del GeoWaste para corroborar que dicho material es más estable químicamente.

durante la etapa de cierre (clausura) de la unidad minera. Es importante indicar que el impacto del Proyecto sobre la superficie del terreno es directo, también es de atención que los principales aspectos para la mitigación son los que se consideran en el **Programa de Restauración Ambiental** de la UMP.

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

Adicionalmente, debe tenerse en mente que la UMP cuenta –dentro de su estructura organizacional- con una Superintendencia de Medio Ambiente, que mantendrá estricta supervisión de las actividades del Proyecto para asegurar que se cumpla con las medidas y acciones de control propuestas a continuación:

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE	
Impacto para prevenir:	Incremento en la concentración de partículas suspendidas.
Actividades generadoras:	- Preparación del terreno (nivelación) - Instalación Planta EcoTails, caminos, ductos, línea eléctrica, etc. - Acarreo de material - Operación de maquinaria - Tránsito vehicular
Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:	- Preparación del sitio y Construcción - Operación - Cierre
Medidas que se aplicarán - Para prevenir y mitigar el levantamiento y la dispersión de partículas de polvo en las áreas donde se realizarán las actividades de preparación del sitio y construcción, así como en los caminos, se aplicarán riegos de agua cuando sea necesario y con la frecuencia que se requiera. - 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 la pérdida de suelo por efecto de la erosión eólica e hídrica. - Las áreas del Proyecto se integrarán al Programa de Vigilancia y Monitoreo Ambiental de la UMP, mismo que considera, 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, reduciendo la concentración de partículas suspendidas en el aire, así como detectar y aplicar oportunamente cualquier acción correctiva que sea necesaria.	
Impacto para prevenir:	Incremento en la emisión de gases (contaminantes y/o peligrosos).
Actividades generadoras:	- Acarreo de material - Operación de maquinaria - Tránsito vehicular
Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:	- Preparación del sitio y Construcción - Operación - Cierre
Medidas que se aplicarán - Se aplicará un programa permanente de supervisión y mantenimiento preventivo de la maquinaria y vehículos que operen en el Proyecto, con el propósito de que éstos se encuentren en condiciones óptimas de funcionamiento y las emisiones de gases de combustión se mantengan dentro de los límites aceptables por la normatividad ambiental. - El Proyecto se integrará al programa permanente de monitoreo ambiental de la UMP.	
Efectos esperados La aplicación de las medidas propuestas deberá contribuir a prevenir y mitigar la generación de emisiones derivadas de la operación del Proyecto, así como detectar y aplicar oportunamente cualquier acción correctiva que sea necesaria.	

Impacto para prevenir:	Incremento en los niveles de ruido del sitio.
Actividades generadoras:	- Preparación del terreno (nivelación) - Instalación de Planta EcoTails, caminos, ductos, línea eléctrica, etc. - Acarreo de material - Operación de maquinaria
Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:	- Preparación del sitio - Construcción - Operación
Medidas que se aplicarán - Se aplicará un programa permanente de supervisión y mantenimiento preventivo de la maquinaria y vehículos que operen en el Proyecto, con el propósito de que éstos se encuentren en condiciones óptimas de funcionamiento y sus emisiones de ruido se limiten a los niveles propios de su actividad. - Se dotará a los trabajadores del equipo de protección personal (EPP) necesario para la protección de la salud auditiva, conforme a las disposiciones que establece la normatividad en materia de seguridad e higiene laboral. - Se integrará el Proyecto a las actividades del programa de monitoreo ambiental de la UMP, mismo que considerará -entre otros rubros- el monitoreo de emisiones de ruido, así como la supervisión de la salud auditiva de los trabajadores de la mina, conforme a la normatividad laboral respectiva.	
Efectos esperados La aplicación de las medidas propuestas deberá contribuir a mantener los niveles de ruido de la mina dentro de los estándares aceptables para la actividad y a conservar la salud auditiva de los trabajadores. El programa de monitoreo permitirá detectar y aplicar oportunamente cualquier acción correctiva que sea necesaria.	

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO

Impacto para prevenir:	Generación de inestabilidad geofísica del terreno.
Actividades generadoras:	- Preparación del terreno (nivelación) - Instalación de Planta EcoTails, caminos, ductos, línea eléctrica, etc. - Toma de material (roca estéril) - Depósito de GeoWaste
Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:	- Preparación del sitio - Construcción - Operación - Cierre
Medidas que se aplicarán - La reconformación del terreno se sujetará a criterios internos de diseño estructural que garanticen su estabilidad física. - Para prevenir la ocurrencia de colapsos o desplomes en la tepetatera (o de cualquier sitio "donante" de roca estéril), su conformación está sujeta a criterios de diseño estructural que garantizan su estabilidad física. Para mantener dicha estabilidad, el material (tepetate) utilizado en la Planta EcoTails será tomado de forma gradual y en las áreas más adecuadas. Además, la toma de tepetate y su efecto sobre la tepetatera será permanentemente monitoreada. - Adicional a lo anterior y como efecto directo del Proyecto, el GeoWaste (mezcla de tepetate y jales) generado desde la Planta EcoTails se conformará en apilamientos de residuos más estables físicamente. - En torno a las áreas de ocupación del Proyecto se construirán obras de control de escurrimientos que prevengan que el efecto erosivo del agua favorezca condiciones de inestabilidad del terreno. - En la etapa de cierre se desarrollarán las acciones del programa de restauración ambiental, mismas que incluyen el aseguramiento de la estabilidad física del sitio y revegetación para el establecimiento de cobertura vegetal en áreas expuestas del terreno. De esta forma se busca prevenir y/o mitigar el efecto erosivo del agua y sus consecuencias en la estabilidad del sitio.	
Efectos esperados La aplicación de las medidas propuestas deberá contribuir a evitar la ocurrencia de colapsos de material en la tepetatera y el desgajamiento de laderas por efecto de precipitaciones intensas en áreas expuestas del terreno, manteniendo condiciones de seguridad para las personas y protección a la vegetación y fauna.	
Impacto para prevenir:	Alteración de la topografía natural del sitio.
Actividades generadoras:	- Preparación del terreno (nivelación) - Instalación de Planta EcoTails, caminos, ductos, línea eléctrica, etc. - Toma de material (roca estéril) y depósito del GeoWaste
Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:	- Construcción - Operación - Cierre
Medidas que se aplicarán - Durante la instalación del Proyecto se realizará la menor cantidad posible de "cortes" al terreno. - Pese a que se trata de una "obra" ya existente, la conformación de la tepetatera (considerada como área de donación de roca estéril) seguirá siendo monitoreada. Esto con motivo de los cambios estructurales que	

podrían presentarse, producto de la toma de material que se empleará en la Planta EcoTails. Este monitoreo también se continuará en el área de depósito del GeoWaste (la presa de jales), para tener seguridad de la estabilidad en los apilamientos de este elemento, el cual se considera más estable en términos estructurales.

3. En la etapa de cierre del Proyecto se desarrollará un programa de restauración ambiental, que incluye la reconfiguración topográfica del terreno, con base en la atenuación de pendientes, en las áreas en donde dichos trabajos sean técnicamente posibles.

Efectos esperados

La aplicación de las medidas propuestas deberá contribuir a mitigar la alteración topográfica del terreno.

Impacto para prevenir:

Pérdida de las propiedades físicas de suelo.

Actividades generadoras:	• Preparación del terreno (nivelación) • Instalación Planta EcoTails, caminos, ductos, línea eléctrica, etc.
Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:	• Preparación del sitio • Construcción • Operación • Cierre

Medidas que se aplicarán

1. Con el propósito de prevenir la pérdida de suelo en las áreas adyacentes al Proyecto, como consecuencia del efecto erosivo de las precipitaciones, se instalarán obras de control de escurrimientos y sedimentos, reduciendo también la velocidad del flujo y favoreciendo la posibilidad de infiltración del agua.
2. Al concluir las operaciones, se pondrá en práctica un plan de restauración ambiental de las áreas afectadas, el cual incluirá la descompactación del suelo en las áreas en donde ello sea posible. En la etapa de cierre del Proyecto se desarrollará un programa de restauración ambiental, que incluye la reposición del suelo recuperado y conservado, así como la revegetación sobre la mayoría de las áreas afectadas por el Proyecto.

Efectos esperados

La aplicación de las medidas propuestas deberá contribuir a mitigar, en gran medida, la pérdida del componente edáfico y la reducción del coeficiente de infiltración del sitio como consecuencia del desarrollo del Proyecto.

Impacto para prevenir:

Pérdida de las propiedades químicas por contaminación del suelo.

Actividades generadoras:	• Tránsito vehicular y uso de maquinaria. • Instalación de Planta EcoTails, caminos, ductos, línea eléctrica, etc. • Actividad en Planta EcoTails (infiltración y/o derrames potenciales) • Manejo de combustibles
Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:	• Preparación del sitio • Construcción • Operación

Medidas que se aplicarán

1. La Planta EcoTails contará con un recubrimiento impermeable (material compactado y plancha de concreto).
2. No se realizará ningún tipo de trabajo de mantenimiento de vehículos fuera de los talleres de mantenimiento con que cuenta la UMP.
3. Desde el inicio del Proyecto, el manejo y disposición de los distintos tipos de residuos que serán generados por las actividades propias del Proyecto se sujetará a los planes de manejo de residuos de la UMP.
 - a. Las instalaciones contarán con las facilidades necesarias para la recolección, separación y disposición temporal de residuos peligrosos.
 - b. Los residuos peligrosos como estopas, aceites gastados y similares, se separarán y almacenarán temporalmente (previo a su envío al sitio de disposición final mediante la contratación del servicio de una empresa especializada).
 - c. El almacenamiento temporal de residuos peligrosos se realizará en tanques de acero, que estarán resguardados en un área segura, supervisada y de acceso restringido, con piso de concreto, canales perimetrales de contención y señalización preventiva.
 - d. Los residuos sólidos urbanos se dispondrán en contenedores que se trasladarán periódicamente al relleno sanitario.
4. El proceso considera la recuperación del agua y recirculación de la misma hacia los procesos de beneficio de mineral, contribuyendo al diseño de circuito cerrado con cero descargas de agua al ambiente.
5. Las aguas residuales procedentes de los servicios sanitarios se dispondrán en fosas sépticas y serán canalizadas a la planta de tratamiento de la UMP o entregada a terceros autorizados.

Efectos esperados

La aplicación de las medidas propuestas prevendrá la ocurrencia de eventos de contaminación del suelo.

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA SUPERFICIAL

Impacto para prevenir:

Contaminación del agua superficial

Actividades generadoras:	• Preparación del terreno (nivelación) • Operación de vehículos y maquinaria
Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:	• Preparación del sitio • Construcción • Operación

Medidas que se aplicarán

1. Desde la preparación del sitio, en el área se construirán obras de control de escorrentías, con el propósito de favorecer la retención de sedimentos y evitar su arrastre hacia el lecho de los escurrimientos.
2. En la etapa constructiva, las labores de mantenimiento y limpieza de maquinaria y equipo se realizarán en los talleres o áreas de mantenimiento, mismos que cuentan con una cubierta impermeable para contener cualquier derrame de combustible o aceite.
3. La Planta EcoTails contará con medidas estructurales (canales para contención de derrames, entre otros) para eliminar el riesgo durante alguna posible contingencia.
4. La implementación temprana del programa de monitoreo ambiental de la UMP permitirá detectar oportunamente la eficiencia de las obras de control de escurrimientos.
5. El programa de restauración ambiental que se implementará en la etapa de cierre de la mina evitará que permanezcan áreas del terreno expuestas y que se constituyan en zonas de erosión y aporte de sedimentos.

Efectos esperados

La aplicación de las medidas propuestas deberá prevenir y mitigar la erosión hídrica, el arrastre de sedimentos y la contaminación aguas abajo de las áreas de ocupación del Proyecto.

Impacto para prevenir: Variación del flujo de agua superficial.

Actividades generadoras:	• Preparación del terreno (nivelación) • Instalación de Planta EcoTails, caminos, ductos, línea eléctrica, etc. • Obras de control de escorrentía
Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:	• Preparación del sitio • Construcción • Operación • Cierre

Medidas que se aplicarán

1. Las obras de desvío y control de escorrentías –construidas en torno a las áreas de ocupación del Proyecto– contribuirán a regular el flujo de los escurrimientos superficiales y evitar el incremento de erosión del terreno.
2. La implementación temprana del programa de monitoreo ambiental permitirá detectar oportunamente las áreas del terreno donde sean requeridas obras adicionales de control de escurrimientos.
3. La revegetación de las áreas afectadas por el desarrollo del Proyecto, que se realizará en la etapa de cierre de la mina, evitará que permanezcan áreas del terreno expuestas y que incrementen el flujo del agua superficial y su efecto erosivo asociado.

Efectos esperados

La aplicación de las medidas propuestas deberá contribuir a regular, en la zona, la velocidad del flujo del agua superficial en época de precipitaciones, así como prevenir y mitigar el efecto de la erosión hídrica, el arrastre de sedimentos y la reducción del potencial de infiltración.

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA SUBTERRÁNEA**Impacto para prevenir:** Contaminación del agua subterránea.

Actividades generadoras:	• Operación de vehículos y maquinaria • Generación de residuos • Actividad en la Planta EcoTails (infiltración y/o derrames potenciales)
Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:	• Preparación del sitio • Construcción • Operación

Medidas que se aplicarán

1. Las áreas operativas de la planta contarán con un recubrimiento impermeable, consistente en material compactado y piso de concreto para minimizar el riesgo de infiltración de reactivos (floculante) o componentes líquidos de los jales.
2. No se realizará ningún tipo de trabajo de mantenimiento de maquinaria o vehículos fuera del área de taller.
3. Desde el inicio del Proyecto, el manejo y disposición de los distintos tipos de residuos que serán generados por las actividades se sujetará al plan interno de control y manejo de la UMP.
 - a. Los residuos peligrosos como estopas, aceites gastados y similares, se separarán y almacenarán temporalmente en el depósito especialmente diseñado para ese efecto en la UMP, previamente a su envío al sitio de disposición final.
4. El proceso considera la recuperación del agua de los jales, contribuyendo al diseño de circuito cerrado con cero descargas de agua al ambiente y, a su vez, reduciendo el riesgo de infiltración en el área de depósito del GeoWaste.
5. Las aguas residuales procedentes de los servicios sanitarios se dispondrán en fosas sépticas y serán canalizadas a la planta de tratamiento de la UMP.
6. Desde el inicio del desarrollo del Proyecto y hasta concluir las actividades de restauración ambiental, todas sus etapas se integrarán al programa de monitoreo ambiental de la UMP, el cual incluye el monitoreo de la calidad del agua subterránea mediante pozos de monitoreo, entre otros rubros. Los pozos de monitoreo se ubican

aguas arriba y abajo del terrero que conforma el polígono de la unidad minera y en sitios estratégicos del polígono minero.	
Efectos esperados	
La aplicación de las medidas propuestas deberá prevenir todo riesgo de contaminación del agua subterránea.	
Impacto para prevenir:	Disminución de la capacidad de recarga del agua subterránea.
Actividades generadoras:	- Preparación del terreno (nivelación) - Instalación de Planta EcoTails, caminos, ductos, línea eléctrica, etc.
Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:	- Preparación del sitio - Construcción - Operación
Medidas que se aplicarán	
1. En la etapa de cierre de la mina, el desmantelamiento y retiro de instalaciones, 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 propuestas mitigará los efectos del Proyecto en la disminución de la capacidad de recarga del agua subterránea.	

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA Y FAUNA	
Impacto que lograr:	Conservación de especies
Actividades generadoras:	Rescate y reubicación de especies de flora y fauna
Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:	- Preparación del sitio - Construcción y Operación - Cierre
Medidas que se aplicarán	
1. A pesar de que el Proyecto se instalará en un área al interior de la UMP, ya impactada (de escasa cobertura vegetal y poca presencia de especies de fauna), se implementará el protocolo de rescate de especies. Esto con el fin de asegurar que no se pone en riesgo en ningún momento a los ejemplares de flora y fauna de la zona.	
2. En el caso de la flora:	
a. se continuará con las actividades en el vivero para producción de plantas, mismas que se utilizan en actividades de revegetación de otras áreas.	
3. Para la fauna, las siguientes medidas serán aplicadas, independientemente de que no se tiene presencia de especies en el sitio de Proyecto y de que las especies con presencia potencial sean o no catalogadas bajo estatus de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010:	
a. Se continuará desarrollando el programa de acciones de rescate de fauna silvestre –contemplado desde etapas tempranas de la UMP- en toda la superficie de ocupación del Proyecto. El rescate se enfocará en la captura y liberación, en áreas aledañas y sin perturbación, de los ejemplares (principalmente de reptiles y mamíferos), así como en la implementación de estrategias de ahuyentamiento que favorezcan el desplazamiento autónomo de los ejemplares.	
b. Los trabajadores de la mina recibirán capacitación respecto de la importancia de la conservación de la fauna silvestre. Se prohibirá la caza o captura y se les informará sobre las acciones requeridas para evitar el daño o muerte imprudencial de ejemplares por el manejo de maquinaria.	
c. La revegetación de las áreas afectadas por el desarrollo del Proyecto, que se realizará en la etapa de cierre, promoverá la existencia de condiciones favorables para el repoblamiento natural de fauna silvestre, a largo plazo.	
Efectos esperados	
La aplicación de las medidas propuestas, así como las restricciones de aprovechamiento del terreno que imponga la autoridad ambiental favorecerán la conservación de las especies que se han identificado con presencia potencial en el Sistema Ambiental (cabe recordar que en el área de Proyecto no se tiene presencia de especies de flora y fauna).	

COMPONENTE AMBIENTAL: PAISAJE	
Impacto que lograr:	Deterioro de la calidad visual del paisaje.
Actividades generadoras:	- Preparación del terreno (nivelación) - Instalación de Planta EcoTails, caminos, ductos, línea eléctrica, etc.
Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:	- Preparación del sitio - Construcción - Cierre
Medidas que se aplicarán	
1. La instalación del Proyecto se ajustará rigurosamente a la superficie del polígono autorizado a cada área. Para asegurar que así ocurra, previamente al inicio de los trabajos se realizará el deslinde de cada superficie.	
2. 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 (siempre y cuando esto sea posible) 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.3 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"*.

Así, tenemos que el carácter residual de un impacto se define por la persistencia y la irreversibilidad del efecto, incluso cuando han sido aplicadas medidas de mitigación.

Para el Proyecto Planta Prototipo EcoTails, se hizo –además del análisis de impactos presentado en el Capítulo V del presente documento– 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 en este mismo Capítulo VI, 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 fueron aplicadas eficazmente, los impactos residuales del Proyecto se limitan a aquéllos que han sido calificados como permanentes, irreversibles y con poca o nula probabilidad de control, es decir, que:

- a. Se manifiestan permanentemente.
- b. No existen medidas de mitigación factibles, efectivas o suficientes que permitan garantizar la integridad estructural y funcional del factor ambiental afectado.

Atendiendo a estos criterios, se considera que el Proyecto no presenta impactos residuales de manera directa. Esto se debe a que la más grande afectación corresponde a: 1) la instalación de la Planta Prototipo EcoTails y las facilidades asociadas, mismas que serán retiradas al término de las actividades del Proyecto, ya sea que se quede como actividad de prueba o que perdure hasta el final de la vida útil de la mina y 2) el apilamiento del GeoWaste, cuyo impacto visual podría calificarse como alto, pero al estar destinado a un sitio donde se disponen residuos como lo es la presa de jales, este impacto visual no es relevante.

OTROS IMPACTOS

Los impactos relacionados con la pérdida de suelo y de cobertura vegetal pueden considerarse residuales. Sin embargo, en lo que concierne a la estructura que actualmente presentan estos componentes en el área del Proyecto esa valoración no es propicia, ya que se trata de áreas sin cobertura vegetal y donde -en etapas anteriores de la UMP- se ha realizado el retiro de la capa fértil de suelo, por tanto, la afectación a la vegetación y a las condiciones del terreno son de muy baja magnitud.

A pesar de que para la instalación del Proyecto se planea la ocupación de áreas ya impactadas, se considera la implementación de medidas de recuperación (retiro de infraestructura, recontorneo, restitución del suelo fértil, revegetación, etc.) al término de la vida útil de la UMP, por lo que los efectos sobre estos componentes ambientales son valorados como reversibles a corto, mediano y largo plazo.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES

El presente capítulo es el resultado del análisis de la implementación del Proyecto Planta Prototipo EcoTails en el sitio, considerando las acciones que pueden provocar impactos a cada uno de los elementos que conforman el medio.

Para la construcción del escenario se tomaron en cuenta, tanto los posibles impactos del Proyecto que han sido identificados y valorados en el Capítulo V, así como las medidas propuestas para su prevención y/o atenuación incluidas en el Capítulo VI del presente documento.

El propósito de bosquejar pronósticos del comportamiento ambiental de un sistema biofísico ante la inserción de un proyecto consiste en plasmar los escenarios futuros potenciales, con y sin la influencia del proyecto, e identificar con precisión el conjunto de cambios y factores ambientales críticos que deben atenderse con previsión para lograr que las alteraciones estructurales y funcionales del ambiente sean mínimas y compatibles con el uso productivo pretendido.

Dicha revisión considera los pronósticos ambientales que se tendrían para el sitio, bajo tres condiciones hipotéticas:

1. Si no se realiza el Proyecto.
2. Con el Proyecto, pero sin aplicar medidas de prevención y mitigación.
3. Con el Proyecto, aplicando medidas de mitigación.

En los dos últimos casos se tienen en cuenta los atributos de los impactos potenciales identificados y evaluados, así como el conocimiento y predicción respecto de la eficiencia de las medidas de prevención, mitigación y control ambiental propuestas.

El objetivo del análisis es presentar una visión clara de lo que será el ambiente resultante por el desarrollo del Proyecto, tomando en cuenta los elementos adicionales con potencial para causar impactos ambientales.

VII.1 PRONÓSTICOS DEL ESCENARIO

VII.1.1 PRONÓSTICOS QUE SE TENDRÍAN PARA EL SITIO SI NO SE REALIZARA EL PROYECTO

El escenario sin Proyecto establece la continuidad del estado basal de la zona, descrito en el Capítulo IV de esta Manifestación de Impacto Ambiental, cuya evolución dependerá básicamente de la tendencia de los procesos de cambio identificados en la zona de estudio.

Aunque se considera que dicha tendencia puede variar, se ha tenido cautela en su valoración ya que, al carecer de certidumbre sobre la ocurrencia de factores de cambio o elementos disruptivos del ambiente ajenos a la Empresa, no es posible vislumbrar escenarios potenciales exactos.

VII.1.1.1 AIRE

La calidad del aire en el área del Proyecto –pese a estar dentro de la Unidad Minera Peñasquito (UMP)- no excede los valores establecidos en la NOM-025-SSA1-2014 (valores tomados como referencia), que establece el límite máximo permisible de material particulado en el ambiente.

No obstante, la generación de material particulado constituye uno de los efectos de las actividades de la UMP. Por ello, la Empresa realiza monitoreos frecuentes de la calidad del aire dentro de las instalaciones de la UMP y en el perímetro de la misma. También se cuenta con un plan de mitigación y respuesta en caso de encontrarse con niveles superiores a los señalados en la citada NOM.

En relación con las emisiones de ruido, la principal fuente la conforman los vehículos que transitan por los caminos de terracería que inciden en la zona de estudio y en los caminos de mina y de acceso al sitio. Debido al bajo flujo vehicular existente, los niveles de ruido ambiente son de moderados a bajos.

Sin considerar al Proyecto como una variable de cambio, se estima que la calidad del aire y los niveles de ruido ambiente del área mantendrán la tendencia actual, siempre y cuando se sigan aplicando las medidas de mitigación propuestas para otras etapas de desarrollo de la UMP.

VII.1.1.2 RELIEVE

En el área del Proyecto el relieve es poco o nada accidentado. La pendiente en el Valle de Mazapil –que es donde se ubica la UMP- es menor a 4%. La cota altitudinal superior del

predio se aproxima a los 1,890 msnm, mientras que la cota inferior está por arriba de los 1,870 msnm, lo que implica una variación altitudinal cercana a 20 m.

En ausencia del Proyecto es poco probable que se presenten procesos de transformación natural en las unidades de paisaje. Debido al relativamente escaso régimen de lluvias extremas, si llegara a presentarse modificación topográfica influenciada por factores naturales, el proceso no será inmediato y su resultado será visible en una escala de tiempo mayor.

VII.1.1.3 SUELO

Actualmente se presentan áreas con erosión eólica en brechas. Además, la historia del sitio -previa a la instalación de la UMP- muestra que en la zona se tuvo efecto por los asentamientos humanos y actividades de diversa índole, como agricultura y ganadería, cuyo efecto modificador del paisaje y generador de erosión es conocido, donde la cobertura vegetal ha sido eliminada.

Para prevenir la erosión, en la UMP actualmente se aplican diversas medidas, que incluyen la construcción de obras de control de escurrimientos, control de flujo y el resguardo de la capa de suelo orgánico que será utilizado posteriormente en las labores de restauración del sitio. En cuanto a la calidad del suelo, no se identifican indicios de contaminación en el área.

De continuarse con las actividades de la UMP, se estima que en el área del Proyecto las características particulares del suelo y sus niveles de erosión mantendrán la tendencia actual, siempre y cuando la UMP siga aplicando las medidas de mitigación correspondientes.

VII.1.1.4 AGUA SUPERFICIAL

El área de estudio analizada para este Proyecto se encuentra en la subcuenca Cedros, en la porción central del Valle de Mazapil que, a su vez, forma parte del área definida hidrológicamente por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) como Acuífero de Cedros 3218. Al mismo tiempo, la subcuenca Cedros se encuentra dentro de la Región Hidrológica RH36 Zacatecas. En la cuenca Laguna de Mayrán y Viesca, de acuerdo con la clasificación de la CONAGUA, tiene una superficie de 5,211.300 km² dentro del estado.

Dentro del área de estudio los escurrimientos son temporales, se presentan únicamente durante el período estacional de lluvias, son de corta duración, carácter intermitente y tipo turbulento, con láminas y amplitudes de cauces variables, que dependen de los volúmenes de lluvia precipitada. Dadas las texturas predominantemente arenosas de los suelos, estos escurrimientos desaparecen en lapsos de 3 a 5 horas luego de concluir las

lluvias. Por consiguiente, en la zona se presentan marcas de drenaje pobremente desarrollado.

Dentro de la UMP y la zona de Proyecto se mantienen esas mismas condiciones de poca durabilidad de los escurrimientos de agua estacionales, por lo que se prevé que, de no realizarse el Proyecto, estas condiciones no cambiarán o lo harán de poca forma y magnitud.

VII.1.1.5 AGUA SUBTERRÁNEA

El área de la UMP y del Proyecto se encuentra sobre el acuífero Cedros, una región hidrológica catalogada como de material no consolidado de aluviones de edad Reciente. Los suelos arenosos de la zona permiten la rápida infiltración de agua de lluvia, pero las temperaturas y el viento provocan una rápida evaporación del agua en los primeros centímetros del suelo, por lo que la zona de influencia de esta área está catalogada por la CONAGUA como de disponibilidad escasa.

En los últimos años, y debido a la escasez de agua superficial, se ha intensificado la perforación y rehabilitación de pozos agrícolas en el valle de Cedros. Esta apertura de pozos agrícolas se incorpora al volumen de extracción de agua en la zona, donde debe considerarse también el uso y extracción que tiene concesionada la UMP.

Esta tendencia –de apertura de pozos- incrementará la escasez de agua en la región si no se prevén medidas de mitigación, además de las tomadas por la UMP en cuanto al uso responsable del recurso.

VII.1.1.6 VEGETACIÓN Y FAUNA

En el área del Proyecto la cobertura vegetal es escasa y se tiene poca presencia de especies de fauna. Sin embargo, en la zona circundante a la UMP prevalece la vegetación de matorral desértico.

De no establecerse un uso para esta zona, es probable que –de acuerdo con la tendencia actual de uso de suelo- ésta se mantenga como un área sin ocupación ni cobertura vegetal al interior de la UMP. Esto no implica una afectación a la diversidad de especies en el Sistema Ambiental.

Respecto a la fauna silvestre, en el Sistema Ambiental se registra la presencia de 153 especies (tres anfibios, 27 reptiles, 97 aves y 26 mamíferos), mientras que al interior de la UMP -al igual que con la flora- no se tiene registro de especies residentes.

En el área del Proyecto, pese a estar inmersa al interior de la UMP, se siguen considerando factores de presión (p.e. los caminos y áreas operativas de la UMP) como un factor de disturbio que incide en la fragmentación del hábitat.

Es probable que estos elementos de disturbio continúen ejerciendo una presión sobre la integridad del ecosistema, sin que represente mayores cambios en la estructura de las comunidades actuales.

VII.1.1.7 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

Según datos del INEGI, en el municipio de Mazapil el 48.32% de la población ocupada se dedica principalmente a actividades del sector primario, mientras que el 29.31% trabaja en el sector secundario (donde se incluye a la minería) y el resto se dedica al comercio (6.93%) y a los servicios (15.14%).

En este municipio, la agricultura es una actividad que no se considera relevante, ya que las parcelas existentes sólo son para cultivos de subsistencia. Los habitantes de la región siembran cultivos de temporal, principalmente maíz y frijol, y los cultivos de riego se enfocan a árboles frutales y forrajes. Además, existen actividades de pastoreo de ganado que se realiza en los terrenos de uso común de los ejidos.

En años recientes, se ha observado que la calidad de vida de la población se va transformando hacia niveles de bienestar mayores. Esto es resultado de la realización de nuevas actividades económicas como la minería, así como por el desarrollo de nuevas capacidades para el empleo.

Actualmente, una de las principales minas en operación en el municipio de Mazapil es la UMP. El desarrollo de esta ha contribuido al crecimiento económico de la región, aportando una fuente de trabajo estable a mediano y largo plazo. Esta tendencia, sin el desarrollo del Proyecto, podría disminuir debido a que las oportunidades de generación de empleo que trae el Proyecto no se concretarían, incidiendo directamente en los niveles de bienestar de la población.

VII.1.1.8 PAISAJE

Por lo que se refiere a los aspectos de calidad y fragilidad del paisaje, la tendencia indica que, aún sin existir el Proyecto, por el grado de fragmentación que presentan los ecosistemas en todo el Sistema Ambiental y particularmente en el área donde pretende establecerse el Proyecto, difícilmente volverán al estado original -incluso en el largo plazo- si no se instrumentan obras y actividades de restauración.

Se prevé que, debido al actual desarrollo de actividades humanas (lo cual incluye a la minería) en la zona, los ecosistemas se fragmentarán cada vez más. Sin embargo, en zonas de la sierra, que actualmente se consideran como áreas potenciales de conservación, el proceso de deterioro es más gradual, la calidad del paisaje es mayor y la fragilidad o susceptibilidad al cambio es menor. Esto hace que las serranías conserven sus valores paisajísticos y sus recursos naturales por un período mucho más prolongado.

La suma de todos los factores analizados generaría un escenario ambiental sin Proyecto en el que no se vislumbran oportunidades reales para el desarrollo sustentable en el área y donde los procesos de deterioro gradual de los recursos naturales se mantendrán. Desde el punto de vista socioeconómico, en un escenario sin Proyecto se estaría desaprovechando la oportunidad de continuar con el impulso del desarrollo regional y local, a través de la generación de empleos temporales y permanentes, el pago de impuestos, entre otros. El Proyecto representa una oportunidad viable de desarrollo de la región debido a que implica el optimizar las operaciones de la UMP.

VII.1.2 PRONÓSTICOS PARA EL SITIO SI SE REALIZARA EL PROYECTO SIN MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

El objetivo del Proyecto es el de implementar mejoras para la disposición de residuos mineros en la UMP, específicamente el tepetate y los jales.

Bajo el escenario de las actividades que propone el Proyecto, se reconocen los siguientes impactos negativos del proyecto:

VII.1.2.1 INCREMENTO EN LA CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS EN EL AIRE

A escalas local y puntual, la calidad del aire en el área donde se situará el Proyecto se verá afectada negativamente, como consecuencia de la operación de maquinaria y el uso de los caminos. Estas actividades son las de mayor relevancia en relación con la generación de emisiones de partículas. Su significancia –de forma local y en ausencia de medidas de mitigación– se evaluó como moderada, debido a la extensión y duración del efecto.

Sin embargo, este incremento en la generación de partículas será temporal y reversible al finalizar el Proyecto, incluso sin la aplicación de medidas de mitigación, toda vez que la localización de las actividades en una zona abierta y amplia favorecerá la dispersión y atenuación de las concentraciones de partículas suspendidas.

A nivel del Sistema Ambiental definido para el Proyecto, no serán perceptibles estas alteraciones en la calidad del aire.

VII.1.2.2 INCREMENTO EN LA CONCENTRACIÓN DE GASES CONTAMINANTES

La generación y concentración de gases, resultante de la combustión en los vehículos de transporte y maquinaria, podría manifestarse durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.

Los gases contaminantes que se emitan se dispersarán naturalmente, debido a que el emplazamiento del Proyecto estará dado en un espacio abierto y desaparecerán una vez que cesen las actividades que lo originan. Por lo anterior, el impacto se considera de significancia moderada si no se establecen medidas de mitigación.

VII.1.2.3 INCREMENTO EN LOS NIVELES DE RUIDO DEL SITIO

La ejecución del Proyecto ocasionará el incremento en los niveles de emisión sonora, como consecuencia de la operación de maquinaria en las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, acarreo de material mineral, así como el traslado de personal, a través del camino de acceso. Al igual que las emisiones de polvos, estos impactos serían temporales y totalmente reversibles. Dada su persistencia durante las actividades de operación, el impacto es calificado con significancia moderada.

El incremento de los niveles de ruido -debido a ser un Proyecto que se integra a actividades de la UMP- se manifestará de manera intermitente a una escala puntual y local, pero no en el contexto regional. Asimismo, la perturbación ambiental asociada será reversible y cesará completamente cuando concluya la vida útil del Proyecto.

VII.1.2.4 EMISIÓN DE VIBRACIONES

Las mismas actividades generadoras de ruido tienen implicaciones en la emisión de vibraciones. En este caso, la actividad más relevante en el impacto es el movimiento de material desde la tepetatera y el uso de los caminos. Lo anterior le confiere una significancia moderada sin las acciones pertinentes de prevención y mitigación.

VII.1.2.5 GENERACIÓN DE INESTABILIDAD GEOFÍSICA DEL TERRENO

Debido a su naturaleza y origen, la toma de material desde la tepetatera podría originar inestabilidad a una obra ya conformada y operativa. Sin embargo, al tomar en cuenta medidas de seguridad estructural desde el principio de tal obra (la tepetatera), el uso del

material para alimentar el proceso de la Planta EcoTails será seguro y monitoreado en todo momento.

En contrapartida, la generación de GeoWaste, más estables estructuralmente que los jales originales, contribuirá a tener -en su sitio de disposición- un apilamiento con mayor resistencia a la inestabilidad.

Debido a estos dos factores, se considera el impacto con una significancia moderada.

VII.1.2.6 ALTERACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA DEL TERRENO

La alteración de la topografía del terreno es uno de los impactos residuales inherentes a las actividades del Proyecto, esencialmente por lo que toca a la necesidad de nivelación para instalar la planta prototipo y facilidades asociadas, pero estos trabajos no representan una alteración significativa a las condiciones actuales (el terreno ya había sido modificado por actividades anteriores) por lo que no se le considera como un impacto significativo sobre el relieve.

El impacto en el relieve será inevitable, 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, pese a que no se prevé la conformación de áreas potencialmente inestables y susceptibles de deslizamiento, sin medidas de mitigación, el impacto es evaluado con significancia moderada.

VII.1.2.7 PÉRDIDA Y CONTAMINACIÓN DEL SUELO

La significancia del efecto por la instalación del Proyecto en la pérdida de suelo se evalúa como moderada. Esto principalmente porque en el sitio ya se ha realizado trabajos de remoción y conservación de la capa fértil de suelo, en etapas anteriores del desarrollo de la UMP.

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: (i) derrames o fugas de reactivos y soluciones (floculante o componentes de los jales); (ii) aporte de aceites, lubricantes y combustibles provenientes de maquinaria o vehículos en mal estado y (iii) manejo y disposición inadecuada de residuos. Estos factores hacen que la valoración del potencial de contaminación de suelo tenga una significancia alta.

Al concluir la vida útil del Proyecto, la ausencia 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.1.2.8 DISMINUCIÓN DEL COEFICIENTE DE INFILTRACIÓN DEL TERRENO

La nivelación, compactación, rehabilitación de caminos y construcción de obras 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 el efecto de "sellamiento" o impermeabilización de las áreas compactadas del terreno.

VII.1.2.9 CONTAMINACIÓN (Y SEDIMENTACIÓN) EN ESCURRIMIENTOS ESTACIONALES

El manejo de reactivos (floculante) en la Planta EcoTails y el transporte de los jales hacia la misma Planta, son actividades que presentan potencial de contaminación a los escurrimientos superficiales. Dicho riesgo está asociado con un diseño inadecuado de instalaciones o la ocurrencia de fugas del sistema.

Cabe también considerar que el no dar un adecuado mantenimiento mecánico a maquinaria y vehículos presenta el riesgo de derrames de aceites y combustibles, por lo que la ausencia de medidas de control puede recalar en contaminación de suelos, ocasionando 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, 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.1.2.10 INCREMENTO DEL FLUJO DE AGUA SUPERFICIAL

La ocupación del terreno favorece condiciones que distorsionan los patrones 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.

- ii. Se reduce el potencial de infiltración de la zona.

La magnitud del efecto se relaciona con la extensión de la superficie expuesta (que en el contexto actual se trata de toda el área de ocupación proyectada), 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, tomando en cuenta la falta de vegetación en el sitio y sin implementar acciones de prevención y mitigación, el impacto es considerado con una significancia moderada.

VII.1.2.11 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 se encuentran 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 moderada.

VII.1.2.12 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. Derrames de jales o fugas de soluciones (floculante) durante las actividades de la Planta EcoTails.
- ii. Fuga de aceites, lubricantes y combustibles de los vehículos y maquinaria utilizados.
- iii. Manejo y disposición incorrecta de residuos peligrosos.

En un escenario que no prevea medidas de mitigación o prevención (como la impermeabilización del área de la Planta EcoTails), la infiltración –en caso de derrames– podría ocasionar escenarios con riesgos de contaminación del agua subterránea. Tal efecto es considerado de significancia alta, sin acciones de prevención y mitigación.

VII.1.2.13 DISMINUCIÓN DE LA CAPACIDAD DE RECARGA DEL AGUA SUBTERRÁNEA

La nivelación, compactación y, en algunos casos, impermeabilización que implica la preparación del sitio de Proyecto, tienen un impacto negativo en la capacidad de recarga

del agua subterránea, al disminuir la retención del agua superficial por el efecto de "sellamiento" de las áreas compactadas del terreno.

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

VII.1.2.14 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

El Proyecto generará más empleos de forma temporal (uno a dos años durante el periodo de construcción) para habitantes de las localidades aledañas, lo cual implicará un incremento en su capacidad adquisitiva y, por tanto, una mejora en la calidad de vida traducida en mejor vivienda, salud y educación.

VII.1.3 PRONÓSTICOS PARA EL SITIO SI SE REALIZARA EL PROYECTO CON MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

El escenario ambiental del Proyecto, considerando la aplicación de las medidas recomendadas en el Capítulo VI de este estudio y continuando con aquellas que se aplican desde las etapas iniciales de trabajo en la UMP, supone el restablecimiento paulatino de los factores ambientales alterados, de manera que sus atributos ecológicos podrán regresar a un estado de función y estructura parcialmente comparable a los encontrados en el escenario sin Proyecto.

En este escenario se presentan los mismos impactos negativos descritos en el apartado VII.1.2. Sin embargo, las acciones de prevención y mitigación hacen que, para los siguientes impactos, su significancia pase de alta a moderada:

- a) Contaminación del suelo.
- b) Disminución del coeficiente de infiltración del terreno.
- c) Contaminación (y sedimentación) en escurrimientos estacionales.
- d) Contaminación del agua subterránea.
- e) Disminución de la capacidad de recarga del agua subterránea.

Además, los siguientes impactos serán compatibles o de baja magnitud y –en algunos casos– generarán aspectos positivos en cuanto al manejo de los componentes aire, agua y bienestar social:

- f) Incremento en la concentración de partículas suspendidas en el aire.
- g) Incremento en la concentración de gases contaminantes.

- h) Incremento en los niveles de ruido del sitio.
- i) Emisión de vibraciones.
- j) Disminución de la disponibilidad local del agua subterránea.
- k) Generación de inestabilidad geofísica.
- l) Alteración de la topografía del terreno.
- m) Pérdida de suelo.
- n) Incremento del flujo de agua superficial.
- o) Modificación del curso natural de los escurrimientos.
- p) Deterioro de la calidad de vida de los habitantes de las comunidades próximas.

Se debe tomar en cuenta que, aún con la aplicación pertinente de las medidas de mitigación propuestas (Capítulo VI), 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.

En el Capítulo VI de este documento se describieron de forma más detallada las medidas de prevención y mitigación que se aplicarán al presente Proyecto. A continuación, se enlistan las más representativas.

VII.1.3.1 COMPONENTE AMBIENTAL AIRE

- Para prevenir y mitigar el levantamiento y dispersión de partículas de polvo, en las áreas de Proyecto, así como en los caminos, se aplicarán riegos de agua con la frecuencia que se requiera.
- 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 continuará con el programa de supervisión y mantenimiento preventivo de la maquinaria y vehículos de la UMP, con el propósito de que éstos se encuentren en condiciones óptimas de funcionamiento. Dentro de este programa se calendarizará el mantenimiento de la maquinaria y vehículos destinados a operar en el Proyecto.

La aplicación de estas medidas implicará que:

- Aunque se generarán emisiones puntuales de polvo y gases (procedentes de vehículos y maquinaria), sus concentraciones se mantendrán dentro de valores aceptables por la normatividad.

Otros aspectos que considerar son:

- El Proyecto se integra a las operaciones de la UMP y también a los programas y actividades de mitigación y manejo que la unidad minera considera. En concordancia, al concluir las operaciones del Proyecto se realizará la revegetación de áreas afectadas, de manera que se evitará que el terreno quede expuesto y se constituya en una fuente permanente de emisiones por acción del viento.
- Continuar con el programa de monitoreo de la calidad del aire -que se ha implementado desde el inicio de las actividades de la UMP- e integrar a este monitoreo las actividades del presente Proyecto. Esto permitirá identificar con oportunidad cualquier desviación de los estándares de calidad del aire normados y esperados, a efecto de establecer las medidas correctivas que fueran necesarias.
- Debido a su intensidad, las vibraciones resultantes de las actividades del Proyecto no pondrán en riesgo instalaciones o inmuebles en las comunidades próximas.

VII.1.3.2 COMPONENTE AMBIENTAL SUELO

- Con el propósito de prevenir la ocurrencia de colapsos o desplomes, el retiro de tepetate para su uso en la Planta EcoTails será programado para utilizar sitios que no comprometan la estabilidad de la tepetatera.
- Debido a la naturaleza más estable del GeoWaste, su disposición implica un aumento en la estabilidad física (en comparación con las condiciones actuales de la presa de jales, esto no implica que sea un área insegura sino que se aumenta el nivel de estabilidad), lo cual contribuye a incrementar los estándares de seguridad, reduciendo aún más el riesgo de deslaves.
- En torno a las áreas de ocupación del Proyecto, se construirán obras de control de escurrimientos que prevendrán que el efecto erosivo del agua favorezca condiciones de inestabilidad del terreno y la pérdida del suelo.
- Se procurará realizar los menores cortes posibles del terreno.
- Desde el inicio del Proyecto, el manejo y disposición de los distintos tipos de residuos que serán generados se sujetará al Plan Integral de Manejo de Residuos que se aplica en la UMP, así como los planes particulares que establece la normatividad en materia de residuos peligrosos.
- Las instalaciones contarán con las facilidades necesarias para la recolección, separación y disposición temporal de residuos. Los residuos de tipo municipal se dispondrán en contenedores que se trasladarán periódicamente al relleno sanitario.

- Los residuos peligrosos se separarán y almacenarán temporalmente en el depósito especialmente diseñado para ese efecto en la UMP, previo a su envío al sitio de disposición final.
- En la etapa de cierre se comenzará a aplicar el programa de restauración ambiental, que incluye entre otras actividades: la recolocación del suelo recuperado y conservado al inicio de la vida operativa de la unidad minera, así como la revegetación sobre áreas expuestas del terreno, de manera que se prevenga y mitigue el efecto erosivo del agua y sus consecuencias en la estabilidad del sitio.
- En el caso de instalaciones como la Planta EcoTails, la compactación e instalación de piso de concreto constituirá una medida que prevendrá la contaminación del suelo durante la operación, ya que contribuirá a evitar que cualquier derrame o fallo estructural favorezca la incorporación de contaminantes.

Además, el programa de monitoreo que se implementará desde el inicio de las actividades del Proyecto permitirá identificar con oportunidad cualquier condición que pueda ocasionar la contaminación del suelo, a efecto de establecer las medidas correctivas que fueran necesarias.

VII.1.3.3 COMPONENTE AMBIENTAL AGUA SUPERFICIAL

Para el componente agua, se tienen medidas como las siguientes:

- Construcción de obras control de escorrentías en torno a las áreas de ocupación del Proyecto. Éstas funcionarán como medida de seguridad estructural y operativa, así como de prevención de la erosión hídrica del terreno, regulando el flujo de los escurrimientos superficiales y disminuyendo el índice de erosión del terreno.
- La integración del Proyecto al Programa de Monitoreo Ambiental de la UMP permitirá evaluar la eficiencia de las obras de control de escurrimientos, así como las necesidades de emplazamiento de estructuras adicionales para retención de sedimentos.
- El programa de restauración ambiental contempla evitar que permanezcan áreas del terreno expuestas, que se constituyan en zonas de erosión y aporte de sedimentos. Así, la revegetación de las áreas afectadas por el desarrollo del Proyecto, la cual se realizará en la etapa de cierre de la mina, evitará que permanezcan áreas del terreno expuestas, que incrementen el flujo del agua superficial y su efecto erosivo asociado.

VII.1.3.4 COMPONENTE AMBIENTAL AGUA SUBTERRÁNEA

- Las áreas destinadas al desarrollo del Proyecto -en particular el área de la Planta EcoTails- tendrán una preparación previa, que incluye compactación de la superficie y cubierta de concreto que actuará como cubierta impermeable. Con

esto, se evitará la infiltración de soluciones y la posible contaminación de mantos acuíferos.

VII.1.3.5 COMPONENTE AMBIENTAL FLORA

- Durante la etapa de cierre, la integración de la zona del Proyecto a las áreas consideradas dentro del programa de restauración ambiental de la UMP permitirá recuperar, en el largo plazo, la cobertura vegetal de una porción importante de las áreas afectadas por la ejecución del Proyecto.

VII.1.3.6 COMPONENTE AMBIENTAL FAUNA

- Los trabajadores de la mina recibirán capacitación respecto de la importancia de la conservación de la fauna silvestre y se les informará sobre las acciones requeridas para evitar el daño o muerte imprudencial de ejemplares; se prohibirá la caza o captura de ejemplares de cualquier especie.
- La revegetación de las áreas afectadas por el desarrollo del Proyecto, la cual se realizará en la etapa de cierre, promoverá la existencia de condiciones favorables para el repoblamiento natural de fauna silvestre, a largo plazo.

VII.1.3.7 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

El Proyecto, al integrarse a las actividades de la UMP, considera las medidas relacionadas con procesos de capacitación en áreas específicas para el trabajo. Además, la UMP participa en el financiamiento de apoyos específicos para la mejora de las condiciones de la vivienda, la salud y la educación, a través de alianzas estratégicas con instancias de gobierno estatal y federal, así como organizaciones de la sociedad civil, todo esto continuará y su objetivo final es el de ayudar a la mejora en las condiciones de empleabilidad de las personas que trabajaron en el Proyecto durante su fase de construcción (capacitación) así como en el desarrollo de las comunidades.

VII.1.4 MITIGACIÓN DE IMPACTOS

Las medidas de prevención y mitigación que se describieron anteriormente y en el Capítulo VI de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se reflejan en dos impactos compatibles y 15 impactos positivos.

VII.1.4.1 IMPACTOS COMPATIBLES:

1. Bajos niveles de contaminación del suelo.
2. Prevención de la contaminación del agua subterránea.

VII.1.4.2 IMPACTOS POSITIVOS:

1. Control y mitigación de la emisión y dispersión de partículas suspendidas en el aire.
2. Control y mitigación de la emisión de gases contaminantes.
3. Control y mitigación de la emisión de ruido.
4. Control y mitigación de la inestabilidad geofísica del terreno.
5. Conservación del suelo.
6. Control y mitigación de la disminución del coeficiente de infiltración del terreno.
7. Prevención de la sedimentación en el lecho de escurrimientos.
8. Mitigación del incremento del flujo de agua superficial.
9. Aprovechamiento sustentable del agua.
10. Mitigación de la disminución de la capacidad de recarga del agua subterránea.
11. Restauración de la cobertura vegetal.
12. Contribución a la calidad de vida de los habitantes de las comunidades próximas.
13. Creación temporal de empleos.
14. Incremento de la productividad local y regional.
15. Restitución de la calidad y armonía visual del paisaje.

VII.1.5 VALORACIÓN DEL CAMBIO Y COMPARATIVO DE ESCENARIOS

A continuación, se presenta, en la Tabla VII.1, una descripción de los escenarios comparados para el Proyecto. De acuerdo con estos escenarios, y con base en la experiencia, se eligieron diversos atributos que permitirán apreciar cambios en las condiciones actuales y futuras de la zona de estudio, generados durante la implementación del Proyecto.

Tabla VII.1. Comparación de escenarios posibles en el área del Proyecto.

ESCENARIO SIN PROYECTO	ESCENARIO CON PROYECTO SIN MEDIDAS	ESCENARIO CON PROYECTO CON MEDIDAS
Aire		
La calidad del aire en el Sistema Ambiental definido para el Proyecto no presenta fuentes importantes de emisión de material particulado a la atmósfera, aparte de las generadas por las operaciones de la UMP. Los niveles de ruido ambiente son relativamente bajos. La principal fuente de emisiones de ruidos la conforman los vehículos que transitan por los caminos de terracería que inciden en la zona de estudio y el camino de acceso.	Incremento en la concentración de partículas suspendidas, de gases contaminantes en el aire y de los niveles de ruido ambiente, como consecuencia del desmonte, la operación de maquinaria, depositación de material en tepetatera y patio de lixiviación y el uso frecuente de caminos.	Los impactos generados por el Proyecto serán mitigados a través de las siguientes medidas: • Riego de caminos. • Recolocación de suelo recuperado en etapas anteriores de la UMP. • Revegetación al concluir las actividades del Proyecto. • Integración de las actividades al Programa de monitoreo ambiental de la UMP. • Restauración ambiental.
Relieve		
Relieve prácticamente plano con una pendiente no mayor al 4% y variación altitudinal de 20m, con la cota superior próxima a los 1,890 m y una cota inferior de 1,870 m. Es posible que se presenten procesos de transformación natural en las unidades de paisaje, como consecuencia de la ocurrencia de eventos climáticos extremos. Sin embargo, estos procesos no son inmediatos y su resultado es visible en una escala de tiempo mayor.	Alteración de la topografía actual del terreno, como consecuencia de la compactación y nivelación del terreno.	Alteración de la topografía actual del terreno, como consecuencia de la instalación de la planta prototipo y uso del tepetate. En el caso de la tepetatera y presa de jales (sitio inicial de depositación del GeoWaste) las posibilidades de restauración son poco viables, por su elevado costo y las dificultades técnicas de nivelación. Sin embargo, pese a que ambas constituirán un impacto residual de la actividad en la UMP, se prevé la estabilización de taludes y reconformación de pendientes en zonas donde sea posible. Se tiene planeada la restauración de todas las áreas ocupadas por el Proyecto cuyas condiciones lo permitan, esta restauración incluye la descompactación del terreno y la restitución de la pendiente original. También se contempla extender la superficie de restauración a sitios adyacentes como medida de compensación.
Suelo		
El suelo existente en el área es de tipo Litosol, con áreas con erosión eólica en brechas. Actualmente, en el sitio de Proyecto la capa de suelo orgánico ha sido removida y resguardada en los almacenes de suelo de la UMP. Esta remoción de suelo se realizó en años anteriores como parte de actividades previas de la misma UMP. No existe evidencia de contaminación de suelo.	Pérdida de suelo como efecto de la rehabilitación de caminos. Riesgo de contaminación del suelo por el aporte de los distintos tipos de residuos, potencial de derrames de sustancias que se emplean en la Planta EcoTails (Floculante y jales), aceite y combustible de la maquinaria y vehículos.	Los impactos generados por el Proyecto serán prevenidos o mitigados a través de las siguientes medidas: • Estabilización física de los caminos. • Construcción de obras de control de escurrimientos. • Reducción de cortes en el terreno. • Impermeabilización del área de Planta EcoTails. • Plan interno de manejo de los distintos tipos de residuos. • Revegetación y restauración ambiental. • Programa de monitoreo ambiental.
Agua superficial		
No existen arroyos superficiales permanentes en las inmediaciones del Proyecto. El Arroyo Grande es el arroyo intermitente más próximo. La calidad de agua de los escurrimientos estacionales no excede los máximos permisibles de la NOM-089-ECOL y la NOM-127-SSA-1994. Estas condiciones no cambiarán o lo harán de poca forma y magnitud.	Aumento de los sedimentos en escurrimientos como consecuencia de los trabajos de preparación de sitio. Cambio en los patrones de escurrimiento superficial. Riesgo de contaminación del suelo por el aporte de los distintos tipos de residuos, potencial de derrame de sustancias que se utilizan en la Planta EcoTails (floculante o jales), aceite y combustible de la maquinaria y vehículos.	Los impactos generados por el Proyecto serán prevenidos o mitigados a través de las siguientes medidas: • Recuperación de suelo. • Evitar la obstrucción del cauce de los escurrimientos. • Impermeabilización del área de la Planta EcoTails. • Revegetación. • Programa de monitoreo ambiental. • Restauración ambiental.

Agua subterránea		
La calidad del agua refleja condiciones naturales, con concentración variable de alcalinidad, pH casi neutro, baja conductividad eléctrica y baja concentración de sólidos totales disueltos. La concentración de metales traza es característica de las aguas de fondo en condiciones naturales. Ésta refleja una mínima interacción entre el agua subterránea y la roca. Las concentraciones de compuestos orgánicos son bajas, reflejando la condición natural del agua.	Riesgo de contaminación del agua subterránea a causa de derrames o fugas de reactivos (floculante) y jales, durante el proceso de espesamiento en la Planta EcoTails. Disminución de la capacidad de recarga como consecuencia de la nivelación, compactación y sellamiento del área de la Planta, lo cual se refleja en una menor retención del agua superficial por pérdida de vegetación y suelo.	Los impactos generados por el Proyecto serán prevenidos o mitigados a través de las siguientes medidas: • Colocación de piso de concreto en Planta EcoTails. • Trabajo de mantenimiento de vehículos confinado al taller de la UMP. • Construcción de obras de control de escurrimientos. • Revegetación. • Programa de monitoreo ambiental. • Restauración ambiental.
Vegetación		
En el área del Proyecto -como en toda el área de asentamiento de la UMP- anteriormente se tenía matorral desértico. Actualmente, para la superficie de ocupación del Proyecto no se tiene cobertura vegetal, ya que se trata de áreas con cambio de uso de suelo realizado en etapas anteriores del desarrollo minero. Por lo tanto, no se hay especies en el sitio. De acuerdo con la tendencia actual de uso de suelo, es altamente probable que, en el Sistema Ambiental, el incremento de las superficies destinadas a usos agrícolas reduzca progresivamente la cobertura vegetal, aunque no la diversidad de especies.	Disminución de la cobertura vegetal ocasionada por el desmonte previo y -en la actualidad- por no permitirse la regeneración del sitio ya que se trata de áreas “operativas” de la UMP.	Los impactos generados por el Proyecto serán prevenidos o mitigados a través de las siguientes medidas: • Rescate y reubicación de ejemplares de flora. En el caso del Proyecto se indica su realización -aunque no existe cobertura vegetal- como una medida precautoria y de “liberación” del sitio para las actividades de preparación y construcción. • Revegetación. • Programa de monitoreo ambiental. • Restauración ambiental.
Fauna		
En el Sistema Ambiental, la existencia de factores de presión como los caminos y áreas de cultivo y ganadería representan un factor de disturbio que incide en la fragmentación del hábitat. Respecto a la zona del Proyecto, el estar inmersa dentro de la UMP, también representa un gran factor de disturbio. Es probable que estos elementos de disturbio continúen ejerciendo una presión sobre la integridad del ecosistema, sin que represente mayores cambios en la estructura de las comunidades actuales, siempre y cuando no se incorporen nuevas obras de infraestructura o usos del suelo en su proximidad.	Se espera que las poblaciones de fauna dentro del área de Proyecto sean nulas y solamente se presenten individuos aislados que se han introducido a los terrenos confinados de la unidad minera. Aun así, la implementación del Proyecto implica un riesgo de disminución de la abundancia de las poblaciones de fauna silvestre, como consecuencia de la ocupación del terreno, la generación de ruido y el movimiento frecuente de vehículos y maquinaria, los cuales generarán 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.	Los impactos generados por el Proyecto serán prevenidos o mitigados a través de las siguientes medidas: • Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna. • Capacitación de los trabajadores en la conservación de fauna silvestre. • Revegetación. • Programa de monitoreo ambiental. • Restauración ambiental.
Aspectos socioeconómicos		
Las actividades económicas primarias no cambian de forma significativa debido a que la agricultura es de temporal y las condiciones climáticas de la región no posibilitan una mayor producción agropecuaria. Las tendencias observadas en niveles de bienestar podrían disminuir teniendo un efecto negativo en la población local.	El Proyecto generará más empleos de forma temporal para habitantes de las localidades aledañas, lo cual implicará un incremento en su capacidad adquisitiva y una mejora en la calidad de vida, traducida en mejor vivienda, salud y educación. Sin embargo, sin las medidas apropiadas, podría generarse un deterioro en la calidad de vida por cuanto las actividades primarias existentes (agricultura) no generan excedentes que redunden en mejoras sostenidas de las condiciones socioeconómicas existentes.	Con las medidas de tipo socioeconómicas que se realizan en la UMP, se espera una mejora en las condiciones de empleabilidad de las personas que trabajaron en el proyecto durante su fase de construcción. Medidas tales como programas de capacitación en áreas específicas para el trabajo, financiamiento de iniciativas y emprendimientos económicos para el autoempleo y la diversificación de la economía local, apoyos específicos para la mejora de las condiciones de la vivienda, la salud y la educación, a través de alianzas estratégicas con instancias de gobierno estatal y federal, así como organizaciones de la sociedad civil.

VII.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PROGRAMA DE MONITOREO Y VIGILANCIA AMBIENTAL)

Para garantizar que las actividades se realicen con el mayor cuidado y se prevengan o minimicen sus impactos, éstas se integrarán a la supervisión que se lleva a cabo en la UMP mediante el Programa de Monitoreo y Vigilancia 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 UMP, mismo objetivo que incluirá –de autorizarse– al Proyecto Planta Prototipo EcoTails.

Para lograr tal objetivo, el Programa tiene como metas lo siguiente:

- a. Identificar las condiciones topográficas del área de afectación, antes del inicio de cualquier obra o actividad tendiente al desarrollo del Proyecto.
- b. Reconocer la calidad del agua existente.
- c. 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.
- d. Delimitar los pasos o corredores de fauna que se desarrollen dentro del área, así como la interrelación que los mismos tengan con la zona de influencia del Proyecto y el sistema ambiental que los alberga.
- e. Cuantificar las emisiones en las diferentes áreas de operación y sus alrededores.
- f. Detectar las tendencias de afectación de los componentes del medio ambiente en el corto y mediano plazo.
- g. Identificar con oportunidad la ocurrencia de cualquier cambio ambiental y reconocer sus causas, así como proponer las medidas y acciones para su mitigación.
- h. 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.
- i. 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

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. Para ello, el plan de monitoreo cuenta con 60 puntos de muestreo para toda la UMP.

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.

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 éste. 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 (PM₁₀ 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 indiquen que las actividades causan niveles de contaminación (PM₁₀, PM_{2.5} 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.

Respecto a la vegetación trasplantada (rescatada), esto no se puede realizar debido a que el sitio de Proyecto es un área con escasa vegetación. Por este motivo, en el caso del Proyecto Planta Prototipo EcoTails el monitoreo se enfocará en aspectos de reforestación.

Concerniente a las prácticas de reforestación, la UMP realiza estas actividades con ejemplares de vivero, reforestando áreas libres de vegetación equivalentes (en superficie) a la ocupada por cada proyecto que desarrolla o en áreas dentro del polígono que han sido liberadas del uso minero y son aptas para iniciar actividades de recuperación, como es la reposición de suelo y revegetación.

La cantidad de ejemplares se determina en función del tipo de ecosistema -en este caso matorral- y de la superficie que se dispone. Una vez introducidos los ejemplares se determinará el índice de sobrevivencia de la reforestación. Al cabo de los tres primeros meses se realizará la primera evaluación del estado de los ejemplares plantados.

Como parte del monitoreo, se evaluará la condición de los ejemplares, tomando como referencia la información documentada sobre su estado previamente a la extracción. Las evaluaciones serán cuantitativas y cualitativas, conforme a los siguientes indicadores:

- Crecimiento.
- Enfermedades.
- Presencia de rebrotes de hojas.
- Crecimiento de ramillas.

Si los indicadores de éxito en esta primera evaluación resultan satisfactorios, se harán monitoreos trimestrales, semestrales y anuales, durante los siguientes cinco años.

Si, como resultado de la evaluación, se observa que la supervivencia de los ejemplares de reforestación es menor al 80%, se adoptarán las acciones emergentes adecuadas:

- Determinar las causas de la mortalidad (estrés post-plantación, manejo inadecuado, enfermedad u otras).

- En caso de que los ejemplares hayan muerto por alguna infección o parasitosis, se retirarán los restos y se evaluará el estado sanitario de los demás individuos. Si las causas de la pérdida se relacionan con errores en el manejo de los individuos (riego, soporte o fertilización), se determinarán las acciones necesarias para corregir o ajustar las técnicas de manejo.
- Se procurará la reposición de los individuos perdidos a través la plantación de ejemplares que hayan sido producidos en el vivero.
- Si las pérdidas fueran consecuencia de acciones humanas ajenas al personal responsable, como extracción ilegal de terceros, se evaluarán las respuestas específicas a la situación.

A su vez, el monitoreo de la fauna silvestre se realizará con el propósito de evaluar el estado de las poblaciones en el área de influencia de la UMP, a través de estudios de campo periódicos que iniciarán con las actividades de rescate y continuarán durante el tiempo de desarrollo del Proyecto.

El objetivo de los estudios se orientará a la identificación de presencia y, de ser posible, comportamiento, de las especies de vertebrados terrestres en el Sistema Ambiental.

Los estudios de fauna se efectuarán mediante técnicas de muestreo directo e indirecto de anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Los trabajos de campo serán realizados por especialistas con experiencia que cuenten con los registros y permisos que exige la normatividad ambiental en materia de vida silvestre.

Los informes de los estudios incluirán el listado de las localidades o sitios de muestreo trabajados, observaciones particulares sobre las características ambientales de las áreas de estudio y el comportamiento de la fauna que pueda reconocerse.

Con los informes que se generen se prepararán evaluaciones con análisis comparativos de los indicadores ambientales seleccionados, entre períodos y con respecto a los valores registrados en la línea base ambiental.

Con el propósito de mantener consistencia en los análisis, será recomendable alternar las temporadas de ejecución de los estudios, de manera que se cuente con información, tanto para la temporada de lluvias como para la época de estiaje.

VII.2.1 PROCEDIMIENTOS DE ACCIÓN CUANDO SE REBASEN LOS VALORES PERMISIBLES O UMBRALES

En caso de que en las actividades de monitoreo se detecte alguna anomalía en los niveles o valores permisibles de emisiones, partículas o contaminantes en el agua y/o especies y

sus poblaciones, se pondrá en marcha una serie de procedimientos cuyo objetivo es atender estas contingencias y evitar daños al ambiente. De forma muy general los procedimientos se refieren a:

1. **Calidad del agua.** Identificar la fuente de la contaminación y remediar la situación de forma expedita, de acuerdo con las características del foco de contaminación.
2. **Condiciones del suelo y su relación con la cobertura vegetal.** Detener cualquier actividad fuera de los frentes verificados de desarrollo.
3. **Partículas sólidas totales en el ambiente.** Confinamiento de la fuente de emisión, aspersión de agua en las fuentes generadoras de partículas sólidas totales, mantenimiento de barreras naturales.
4. **Gases en el ambiente.** Determinar la fuente de emisión y establecer la alternativa más viable para minimizar el problema.
5. **Afectación de especies.** Detener cualquier actividad, efectuar las acciones de rescate y reubicación necesarias.

VII.3 CONCLUSIONES

Minera Peñasquito S.A. de C.V. promueve el Proyecto Planta Prototipo EcoTails, cuyo objetivo es implementar obras para el ensayo de una nueva estrategia que -de resultar efectiva y viable- permita mejoras a las actividades de la UMP, en particular en lo respectivo a la recuperación de agua utilizada en el beneficio de minerales y, de forma indirecta, al sistema actual de manejo de residuos del beneficio del mineral.

El establecer este sistema, además de permitir una mayor recuperación de agua y su recirculación al proceso de beneficio de minerales, impactará de forma positiva -debido a la generación de GeoWaste- sobre la producción de residuos mineros ya que se minimizará el volumen de jales (menor contenido de agua reduce también el volumen de ocupación). Cabe recordar que a futuro se considera el crear un área de almacenamiento de GeoWaste que sea geotécnica, geoquímica y ambientalmente segura y estable, es decir, que presente mejores condiciones de aptitud para el eventual cierre de la mina.

Este Proyecto ha sido integrado a partir del escenario económico y de desarrollo de la actividad minera existente, en concordancia con los elementos de infraestructura presentes en la UMP que -en cuanto a accesibilidad y desarrollo- presentan viabilidad para ser mejorados.

La evaluación realizada determinó que el balance para el desarrollo del Proyecto es positivo, considerando el siguiente contexto:

- Se presenta una ubicación favorable dentro de los terrenos ya concesionados a la Empresa.
- La población no sufrirá aspectos adversos.
- Existe certidumbre sobre el uso de la tierra.
- Se tienen autorizaciones ambientales para la explotación minera en la zona (aplicable, en este, caso para la disposición de residuos mineros).
- En el sitio no existen elementos históricos, arqueológicos y/o culturales que limiten el desarrollo del Proyecto.
- Se cuenta con sólidos antecedentes de gestión y apoyo en infraestructura.
- La región se ha constituido como un importante foco para la inversión minera.

Con excepción de la modificación en la topografía actual de algunas zonas (caminos, sitio de la Planta EcoTails, tepetatera), el Proyecto no generará perturbaciones de alta significancia en los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos del área, hecho que aunado a los impactos positivos del Proyecto, la implementación de medidas preventivas y de mitigación ambiental y de su papel como auxiliar en la mejora de las condiciones de los residuos que se generan, le confieren una viabilidad ambiental aceptable en el marco de las regulaciones y normatividad nacional.

Así, tomando en cuenta las medidas de mitigación propuestas y que no se presentan elementos de vinculación normativa que lo limiten, se considera que el Proyecto Planta Prototipo EcoTails es viable desde el punto de vista social y económico, ambientalmente aceptable y congruente con las políticas ambientales y de desarrollo económico del país, estado y municipio.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

La realización del presente estudio se hizo tomando en cuenta todos los aspectos indicados en la Guía para la Presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental para proyectos mineros, e incorporando los elementos necesarios para dar congruencia y claridad al estudio.

En cada uno de los apartados presentados se describen todos los elementos metodológicos utilizados, especialmente en lo relativo al trabajo de campo realizado y la evaluación de impactos ambientales derivados del Proyecto.

Las metodologías utilizadas son de uso común en este tipo de trabajos y han demostrado su eficacia para la obtención de resultados útiles en la toma de decisiones.

Se detalla la bibliografía utilizada y se tuvo especial cuidado en incluir información veraz de fuentes formales y trabajo de campo metódico.

Integrados al documento, se presentan planos, imágenes y un anexo fotográfico, adecuadamente descritos. El documento viene acompañado de los siguientes Anexos:

ANEXO 1. DOCUMENTOS LEGALES

En este anexo se incluyen copias de la documentación legal que acredita la naturaleza legal de la Empresa y de los elementos involucrados en la ejecución del Proyecto.

ANEXO 2. PLANOS GEO-REFERENCIADOS

Se elaboró un anexo cartográfico con la información temática de los aspectos físicos naturales, de vegetación, forestal y ecológico del Sistema Ambiental.

Los planos fueron elaborados con el auxilio del Software denominado Map Info y del programa de uso libre Quantum GIS, mediante los cuales se pudo generar cada capa o "shape" con las propiedades geográficas requeridas para los mapas, la referencia de coordenadas bajo la que se elaboró la cartografía fue WGS 84.

Los mapas contenidos en el Anexo son los siguientes:

1. Macrolocalización del Proyecto.
2. Microlocalización del Proyecto.
3. Definición del Sistema Ambiental.
4. Ubicación del Proyecto respecto a Áreas Naturales Protegidas (ANP).
5. Ubicación del Proyecto respecto a Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).
6. Ubicación del Proyecto respecto a Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).
7. Ubicación del Proyecto respecto a Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA).
8. Tipos climáticos en el Sistema Ambiental y el Proyecto.
9. Tipos de suelo en el Sistema Ambiental y el Proyecto.
10. Uso de Suelo y Vegetación en el Sistema Ambiental y el Proyecto.

LITERATURA CONSULTADA

- **Alvarado F. Gustavo. 2003.** Diagnóstico Situacional de Salud. Mazapil, Zacatecas. Secretaría de Salud de Zacatecas. 19 p.
- **Álvarez, Ticul y F. De Lachica. 1991.** Zoogeografía de los vertebrados de México. SITESA-IPN, México, D.F., 65 p.
- **American Ornithologists' Union. 1983.** Check-list of North American Birds. 6th ed. Allen Press, Lawrence, 877 p.
- **Arita Watanabe, Takeshi. 2001.** Escalas y la diversidad de mamíferos en México. Proyecto P075, Convenio UNAM-CONABIO.
- **Behler, John L. 1979.** Field guide to North American reptiles and amphibians. National Audubon Society. Editado por Alfred A. Knopf, New York, U.S.A. 746 p.
- **Boan David D.** The Mineral Industry in Mexico. US Geological Survey, Mineral Information.
- **Bologna, G. 1978.** Simon and Schuster guide to birds of the world. Simon and Schuster, New York, 511 p.
- **Bravo-Hollis, Helia. 1978.** Las cactáceas de México. Tomo I, UNAM. México D.F. 744 p.

- **Bravo-Hollis, H. y H. Sánchez-Mejorada. 1989.** Las cactáceas de México. Tomos II y III. UNAM, México, D.F. 1048 p.
- **Bravo-Hollis, H. y L. Scheinvar. 1997.** El interesante mundo de las cactáceas. FCE-CONACYT, México, D.F. 145 p.
- **Campbell, J. y Lamar, W. W. 1989.** The Venomous Reptiles of Latin America. Cornell University Press. Ithaca and London.
- **Canter, Larry W. 1998.** Manual de evaluación de impacto ambiental: técnicas para la elaboración de estudios de impacto. 2ª edición. Mc Graw-Hill, Madrid, 841 p.
- **Carabias J., Arriaga V. y Cervantes V. 2007.** Las políticas publicadas de la restauración ambiental en México: limitantes, avances, rezagos y retos. Boletín de la Sociedad Botánica de México. Junio Año-Vol. Sup. Núm. 080. México. Pág. 85-100
- **Casas-Andreu, G. y G.J. McCoy. 1979.** Anfibios y reptiles de México. Ed. Limusa. México, D.F. 87p.
- **Casas-Andreu, G., G. Valenzuela-López y A. Ramírez Bautista. 1991.** Cómo hacer una colección de anfibios y reptiles. Serie Cuadernos del Instituto de Biología-UNAM, No. 10, UNAM, 68 p.
- **Ceballos González, Gerardo y Carlos Galindo Leal. 1984.** Mamíferos silvestres de la cuenca de México. Ed. Limusa, México, D.F. pp 177-178.
- **Cogger, Harold G. 1999.** Reptiles and amphibians: the little guides. Fog City Press San Francisco, CA. U.S.A. 320 p.
- **Cohen F. E. J. 2003.** Guía de Árboles y Arbustos de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. REMUCEAC, FID 1490, Gobierno de la Ciudad de México - Secretaría del Medio Ambiente.
- **Collins, H.H. 1959.** Harper and Row's complete field guide to North American wildlife, Eastern edition. Ed. Harper and Row, N.Y. 809 p.
- Comisión Chilena del Cobre, 2006. <http://www.cochilco.cl>
- **Comisión Nacional de las Zonas Áridas e Instituto Nacional de Ecología.** Nopal tunero. Opuntia spp. Cultivo alternativo para las zonas áridas y semiáridas de México. 32 pp. (www.eramx.org/asesoriaycapacitación/NopalTunero.pdf)
- **Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.** <http://web.conanp.gob.mx>
- **Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.** <http://www.conabio.gob.mx/>

- **Comisión Técnico-Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero** (COTECOCA). 1974. Coeficientes de Agostadero de la República Mexicana. Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, D. F. 133 p.
- **COMPENDIUM OF GUIDELINES FOR MINING AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT** (FINAL DRAFT April 2001). Division for Sustainable Development and the United Nations Environment Programme (UNEP)
- **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 p.
- **Conant, R. y J. T. Collins. 1995.** A field guide to reptiles and amphibians (from) Eastern and Central North America. Serie: The Peterson field guides No. 12. 3rd edition Ed. Houghton Mifflin Co. Boston, 450 p.
- **Conesa Fernández-Vítora, Vicente. 1995.** Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. 2ª edición. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 390 p.
- **Consejo de Recursos Minerales. 1992.** Geological Mining Monograph of the State of Zacatecas; (CRM), 154pp.
- **Cooke J. A. y Johnson M. S. 2002.** Ecological restoration of land with particular reference to the mining of metals and industrial minerals: a review of theory and practice. Environ. Rev. 10: 41-71. Canadá.
- **Cotler H., G. Bocco y A. Velázquez. 2005.** El análisis del paisaje como base para la restauración ecológica. En: Sánchez O., E. Peters, R. Márquez-Huitzil, E. Vega, G. Portales, M. Valdez y D. Azuara (eds.). Temas sobre restauración ecológica. Instituto Nacional de Ecología (INESEMARNAT). México. Págs. 135-145
- **De la Riva Hernández, Wilfredo. 1989.** La mastofauna de Aguascalientes (zona semiárida). Universidad Autónoma de Aguascalientes. 52 p.
- **Eastman, J.; Toledano, J.; Kyen, P. 1993b.** "An Algorithm for Multi-Objective Land Allocation Using GIS". Proceeding. International. Workshop on GIS. August 19-22. Beijing: Chinese Academy of Science. Pág. 261-270.
- **Eba Engineering Consultants Ltd.** Heavy Metals and Acid Rock Drainage: A Select Literature Review of Remediation and Recommendations for Applied Research. April 2004.

- **EGEOCISA. 1980.** Prospección y Levantamientos Geológicos y Geofísicos en el Estado de Zacatecas, "Zona de Guadalupe Garceron". Contrato No. GZA-79-57-ED. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 56 p.
- **Ehrlich, P., D. S. Dobkin, and D. Wheye. 1988.** The birder's handbook. Simon and Schuster, New York, 785 p.
- **Environment Protection Agency. 1995.** Rehabilitation and Revegetation. Australia. Best practice environmental management in mining.
- **Escalante Patricia, Andrés M. Sada y Javier Robles Gil. 1997.** Listado de Nombres comunes de las Aves de México. Museo De Las Aves De México, Saltillo, Coahuila.
- **Espinoza Guillermo, 2001.** Fundamentos de Evaluación de Impacto ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo. Santiago de Chile.
- **Fitch, H. S. 1970.** Reproductive Cycles in Lizards and Snakes. Univ. of Kansas Mus. Nat. Hist. Mis. Pub. 52. Kansas, USA.
- **Flores Villela, Oscar A., Fernando Mendoza Quijano, Gracia González Porter. 1995.** Recopilación de claves para la determinación de anfibios y reptiles de México. Publicación especial del Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F. Vol. 10: 1-285.
- **Fonseca F. Carlos. 1980.** Reconocimiento Geológico en el Valle de Mazapil, Municipios de Mazapil y Concepción del Oro, en el Estado de Zacatecas. Consejo de Recursos Minerales, Archivo Técnico 320223.
- **Foster, Albert B. 1990.** Métodos aprobados en la conservación de suelos. Ed. Trillas, México, 411 p.
- **Franco López, J. et al. 1989.** Manual de Ecología. 2ª edición. Trillas. México D. F., 266 p.
- **García R. A. y J. Muñoz. 2002.** El paisaje en el ámbito de la Geografía III.2. Instituto de Geografía, UNAM.
- **García-Sánchez, R. y A. Monroy-Alta. 2005.** Micrositios del Pasto Navajita (*Bouteloua gracilis*) en comunidades de pastizal y de matorral del Altiplano Mexicano. Revista especializada en Ciencias Químico-Biológicas. 8(2): 61-70
- **Garibello P. 2003.** Restauración de ecosistemas a partir del manejo de la vegetación. Ministerio de Ambiente y Desarrollo territorial. Bogotá. 96 p.
- Gobierno del Estado de Zacatecas; <http://www.zacatecas.gob.mx>

- **Gobierno Estatal de Zacatecas. 2010.** Plan Estatal de Desarrollo 2010-2016. Gobierno del Estado de Zacatecas. Zacatecas, Zac. 130 p.
- **Gómez Orea, Domingo. 2003.** Evaluación de impacto ambiental: Un instrumento preventivo para la gestión ambiental. 2ª edición. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 749 p.
- **González Arroyo Antonio y Salas Vázquez Guadalupe. 1996.** Estudio Geológico Integral a Semidetalle de la Asignación Minera Santa Isabel, Municipio de Mazapil, Estado de Zacatecas. Consejo de Recursos Minerales, Archivo Técnico 320559.
- **IMSS-PRONARE/SEMARNAP. 1998.** Manual de capacitación sobre técnicas de reforestación. México, D. F. 30 p.
- **INEGI, 1995.** Catálogo de herbario INEGI. Tomos I, II y III. Ed. INEGI, Aguascalientes, Ags., Méx.
- **INEGI. 2000.** Instituto Nacional de Economía, Geografía e Informática. <http://www.inegi.gob.mx>
- **Instituto de Ecología de Guanajuato. 1998.** Norma técnica Ecológica para bancos de material. Gobierno de Guanajuato, México, 24 p.
- Instituto Nacional de Ecología; <http://www.ine.gob.mx>
- **Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2004.** Anuario Estadístico del Estado de Zacatecas. INEGI, México, 502 pp.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2005. <http://www.inegi.gob.mx>
- **Jacob, J. S., Williams, S. R. y Reynolds, R. P. 1987.** Reproductive Activity of Male *Crotalus atrox* and *C. scutulatus* (Reptilia: Viperidae) in Northeastern Chihuahua, México.
- The Southwestern Naturalist. 32 (2): 273-276.
- **Jiménez C., Huante P. y Rincón E. 2006.** Restauración de minas superficiales en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). México. 84 p.
- **Jiménez II and Mariano G. Jiménez. 1999-2002.** Última Revisión: 20 de marzo 2002. Número de Publicación: A.30
- **Johnson M. S., Cooke J. A. y Stevenson K. W.** Revegetation of metalliferous wastes and land after metal mining. 47 p.

- **Knudsen, Jens W. 1972.** Collecting and preserving plants and animals. Harper and Row, Publishers, N.Y. 312 p.
- **Kostoglodov V. y Pacheco J.F. 1999.** Cien años de sismicidad en México. Geofísica UNAM.
- **Krebs, CH. J. 1985.** Ecología: estudio de la distribución y la abundancia. 2ª edición, Ed. Harla. México, D.F. 753 p.
- **Lemos-Espinal, J., Auth, D. L., Chiszar, D. y Smith, H. M. 2002.** Masticophis flagellum testaceus. Geographic Distribution. Herpetological Review. 33 (1): 68-69.
- **Lemos-Espinal, J., Auth, D. L., Chiszar, D. y Smith, H. M. 2002.** Snakes from Chihuahua, Mexico. Bulletin Chicago Herpetological Society. 37 (3): 51-55.
- **Leopold (1959).** Fauna Silvestre de México. INIREB. México, D.F.
- **Llorente, B.J. 1990.** Manual de recolección y preparación de animales. Facultad de Ciencias, UNAM. 270 pp.
- **López B. R. y J. Cervantes. 2002.** Unidades del Paisaje para el desarrollo sustentable y manejo de los Recursos Naturales. Cultura Estadística y Geográfica Núm. 20
- **Lot. A. Y F. Chiang C. (Comp). 1986.** Manual de herbario. Consejo Nacional de la Flora de México. A.C. México D. F. 142 p.
- **MacMahon, James A. 1997.** Deserts. National Audubon Society Nature Guides, California, 638 p.
- **McPeak, R. H. 2000.** Amphibians and Reptiles of Baja California. Sea Challengers Publications. (4). USA.
- **Márquez-Huitzil R. 2005.** Planificación para la restauración asociada con el aprovechamiento de los recursos naturales. En: Sánchez O., E. Peters, R. Márquez-Huitzil,
- **Márquez-Huitzil R. 2005.** Fundamentos teóricos y convenciones para la restauración ecológica: aplicación de conceptos y teorías a la resolución de problemas en restauración.
- **Martínez P. Francisco, González L. H. D. 1999.** Estudio Técnico Justificativo para el Aprovechamiento de Recursos Forestales No Maderables en el Ejido Mazapil, Municipio de Mazapil, Estado de Zacatecas. Zacatecas, Zac. 144 p.
- **Martínez-Romero F. 2007.** Monografía del Nopal Tunero. Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Puebla. 24 p.

- **Matson, J.O. y R.H. Baker. 1986.** Mammals of Zacatecas. Ed. Texas Tech Press at Lubbock, U.S.A., 88 p.
- **Miranda F. y E. Hernández X. 1963.** Los tipos de Vegetación de México y su clasificación.
- Boletín de la Sociedad Botánica de México 28: 29-178
- **Murie, O. J. 1974.** A field guide to animal tracks. 2nd edition. Houghton Mifflin, Boston, 375 p.
- **Murrillo, Gloria. 2004.** Estudio de Flora y Fauna. Mazapil, Zac. Servicios Ambientales. Zacatecas. 141 p.
- **Nessmann, J.D. 1990.** Plantas crasas y cactus. Susaeta Ediciones. Madrid, España, 152 p.
- **New York State Department of Environmental Conservation.** Assessing and Mitigating Noise Impacts. Febrero 2001.
- **NOM-059-SEMARNAT-2001.** 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.
- **Noriega Treviño, Fermín Ca. 1997.** Técnicas de rehabilitación de zonas degradadas. Industrial Minera México, México, 39 p.
- **Parrotta, J. A. 1991.** Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 5 p.
- **Peterson, R.T y E.L. Chaliff. 1989.** Aves de México: guía de campo. Ed. Diana, México, D. F. 473 p.
- **Ramírez Bautista, Aurelio. 1994.** Manual y claves ilustradas de los anfibios y reptiles de la región de Chamela, Jalisco, México. Serie Cuadernos del Instituto de Biología 23, UNAM, México, D.F. 127pp.
- **Rangel M., Miguel. 2004.** Estudio regional de evaluación hidrogeológica del acuífero Cedros, en el Municipio de Mazapil, en el Estado de Zacatecas. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora. 136 p.
- **Ransom, J.H. 1981.** Harper and Row's complete field guide to North American wildlife: western edition. Ed. Harper and Row, N.Y. 809 p.
- **Reyes-Agüero J. A., Aguirre-Rivera J. R. y Peña-Valdivia C. B. 2000.** Biología y aprovechamiento de Agave lechuguilla Torrey. Bol. Soc. Bot. México 67: 75-88 Etnobiología

- **Reyes Santiago, J. 1997.** Cultivo y propagación de plantas de ornato. En: Suculentas mexicanas: cactáceas. CVS Publicaciones, México, D. F. 180 p.
- **Rhía, J. y O. Subik. 1991.** Enciclopedia de los cactus: cactus y otras suculentas. Susaeta Ediciones, Madrid, España, 351 p.
- **Ríos, Evelyn; Sergio Ticul Álvarez-Castañeda.** Mamíferos de la Reserva del Valle de Los Cirios, Baja California, México. Acta Zool. Méx. (n.s.) 86: 51-85 (2002). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., La Paz, Baja California Sur, México.
- **Rzedowski, J. 1986.** Vegetación de México. Ed. Limusa. México, D. F., 432 p.
- **Salamanca B. y G. Camargo. 1996.** Protocolo Nacional de Restauración de Ecosistemas Colombianos. Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios ambientales (IDEAM).
- **Searforss, Glenn. 1995.** Skulls and bones: a guide to the skeletal and behavior of North American mammals. Stackpole Books, Mechanicsburg, PA. U.S.A. 277 p.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, <http://www.sagarpa.gob.mx/>
- **Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1977.** Rata de campo: manual de operación. [SARH], México, D. F. 142 p.
- **Secretaría de Economía. 2002.** Programa Nacional de Desarrollo Minero 2002-2006, Secretaria de Economía, México, 118 pp.
- **Secretaría de desarrollo de Zacatecas (SEDEZAC). 2003.** Diagnóstico Integral Sobre la Minería, Estado de Zacatecas (Carta interactiva de Consulta)
- **Secretaría de Desarrollo de Zacatecas (SEDEZAC), 2004.** Indicadores Económicos del Estado de Zacatecas. Septiembre 1998-enero de 2004.
- **Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). 2004,** <http://www.sedesol.gob.mx/>
- **Secretaría de Economía, 2006.** Información sobre el sector minero. <http://www.se.gob.mx/>
- **Secretaría de Gobernación. 2001.** Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastre en México. CENAPRED, 202 p.
- **SEDUE. 1986.** Lineamientos para el establecimiento de un programa de dasonomía urbana "plantaciones urbanas". SEDUE. México, D.F. 58 p.
- **SEMARNAP. 1997.** Calendario cinegético temporada 1997-1998. Ed. SEMARNAP, México, D.F. 128pp.

- **SEMARNAT. 1999.** Evaluaciones de impacto ambiental, proyectos de inversión y conflictos en México.
- **Sengupta, M.** Environmental Impacts of Mining. CRC Press. Marzo, 1993.
- **Smith, H.M. y D.M. Dennis. 1982.** Reptiles of North America: a guide to field identification. Golden Press. Racine, Wisconsin, 240 p.
- **Smith, H. M. y Taylor, E. H. 1966.** Herpetology of México. Annotated Checklist and Keys to the Amphibians and Reptiles. Maryland, USA.
- **Soberón, Francisco y Gracia González Porter. 1999.** Taller sobre manejo y aprovechamiento de herpetofauna en zonas áridas: las víboras de cascabel en Zacatecas [memorias]. SEMARNAT-PROFEPA. Fresnillo, Zacatecas, 31 p.
- **Society for Ecological Restoration (SER) International, Grupo de Trabajo sobre Ciencia y Políticas. 2004.** Principios de SER International sobre la restauración ecológica. www.ser.org y Tucson: Society for Ecological Restoration International. 15 p.
- **Sosa M., Galarza J. L., Lebgue T., Soto R. y Puga S. 2006.** Clasificación de las comunidades vegetales en la región árida del estado de Chihuahua México. Ecología Aplicada Vol. 5. Núm. 002. Año XII. Lima, Perú. Pág. 53-59
- **Stebbins, R.C. 1966.** A field guide to western reptiles and amphibians. Ed. Houghton Mifflin Co. Boston, 279 p.
- **Suárez D. J.** Deslizamiento y estabilidad de taludes en zonas tropicales: Vegetación y Bioingeniería. Cap. 8. Pág. 275-302
- **Switak, Karl H. 1984.** The life of desert reptiles and amphibians. Ed. Por el Autor, San Francisco, CA. U.S.A. 31 p.
- **Torres Rojo, J. M y Guevara Sanginés, A. 2002.** El potencial de México para la producción de servicios ambientales: captura de carbono y desempeño hidráulico. Gaceta del Instituto Nacional de Ecología. México, D. F. Núm. 63. 83 p.
- **Vázquez Díaz, J. Y G. Quintero Díaz. 1997.** Anfibios y reptiles de Aguascalientes. Gobierno del Estado de Aguascalientes, 144 p.
- **Velasco Said, A. y R. Nava Nava. 1988.** Ratas y ratones domésticos: métodos y alternativas para su control. Limusa, México. 238 p.
- **E. Vega, G. Portales, M. Valdez y D. Azuara (eds.).** Temas sobre restauración ecológica. Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). México. Págs. 169-179. En: Sánchez O., E. Peters, R. Márquez-Huitzil, E. Vega, G. Portales, M. Valdez y D. Azuara

(eds.). Temas sobre restauración ecológica. Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). México. Págs. 159-168

- **Webb, R.G. y Axtell, R.W. 1994.** The type locality of *Sceloporus torquatus* minor Cope. Southwestern Naturalist 39 (1): p. 40-44. Werler, J. E. y Dixon, J. R. 2000. Texas Snakes Identification, Distribution, and Natural History. University of Texas Press. USA.
- **Zim, H.S. y Smith, H.M. 1987.** Reptiles and amphibians. Golden Press N.Y., 160 p.