I. Unidad Administrativa que clasifica: Delegación Federal en Sonora.

II. Identificación del documento: Se elabora la versión pública de la recepción, evaluación y resolución de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular Modalidad A, no incluye actividad altamente riesgosa (SEMARNAT-04-002-A) así como su respectivo resolutivo.

III. Partes o secciones clasificadas: La parte concerniente al Contienen DATOS PERSONALES concernientes a una persona identificada o identificable tales como: 1) Domicilio particular como dato de contacto o para recibir notificaciones. 2) Teléfono y correo electrónico de particulares. 3) OCR de la Credencial de Elector (domicilio y fotografía). 4) RFC personas físicas. 5) CURPs; los cuales se encuentran en el capítulo I de la MIA y primera página en el caso de los resolutivos. Consta de 66 versiones públicas.

IV. Fundamento legal y razones: La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en los artículos 116 primer párrafo de la LGTAIP; 69 fracción VII y 113, fracción I de la LFTAIP. Por las razones o circunstancias al tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.

V. Firma la Jefa de la Unidad Jurídica:

LIC. DULCE MARÍA VILLARREAL LACARRA.
"Con fundamento en artículo 84 del Reglamento Interior de la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en suplencia Por ausencia del Titular de la Delegación Federal1 en el Estado de Sonora, Previa designación firma el presente la Jefa de Unidad Jurídica"

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

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

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

BIMETALS MEXICO, S. DE RL. DE C.V.



PROYECTO
"PRESA DE JALES 2 SEGUNDA ETAPA"

ABRIL 2017

RESUMEN EJECUTIVO

El Proyecto **Presa de Jales 2 Segunda Etapa** que se somete a revisión a través de la presente Manifestación de Impacto Ambiental tiene como objetivo dar a conocer el plan de ampliación del área de disposición de residuos mineros, derivados del proceso de beneficio de minerales de cobre que Bi Metals México S. de R.L. de C.V. (Bi Metals) mantiene en operación desde 2013.

La empresa Bi Metals México S. de R.L. de C.V. –promovente del Proyecto- mantiene operaciones en la zona denominada Piedras Verdes, ubicada en el municipio de Álamos, en el estado de Sonora. La empresa cuenta con autorización para la operación de una planta de flotación para el beneficio y recuperación de mineral con baja solubilidad de cobre (calcopirita, bornita, covelita). Dicha planta de flotación –y la presa de jales anexa- se ubica al Sur de la Unidad Minera Piedras Verdes.

Dentro de las actividades de Bi Metals, en tiempos recientes, han surgido diversos escenarios que conllevan a la necesidad de mejorar la actividad productiva de la planta de flotación. Así, en este momento se tiene planeado iniciar algunas tareas de mejoramiento a la infraestructura existente, la cual se integra en el Proyecto denominado “Presa de Jales 2 Segunda Etapa” y que responde a la necesidad de aumentar –entre otras áreas- la superficie destinada a la disposición final de los residuos del proceso de beneficio y a la apertura de dos tramos de camino que conduzcan hacia el sitio de Proyecto.

Así, el Proyecto se refiere a obras que contribuirán a mantener la capacidad de disposición de residuos (e indirectamente a la productiva de la Planta de Flotación) en Bi-Metals, considerando una ampliación de la infraestructura actual instalada y sin que esto implique una modificación sustancial en las actividades que se llevan a cabo. Se estima que para el desarrollo de las actividades del Proyecto, la inversión directa requerida ascienda aproximadamente a $90,000, 000.00 M.N., que incluye todos los elementos necesarios para el emplazamiento del Proyecto en la zona de interés.

El objeto del presente documento es el obtener la autorización en materia de impacto ambiental en una superficie de 72.5619 has. , para llevar a cabo el Proyecto denominado "Presa de Jales 2 Segunda Etapa". Esta segunda etapa, se dividirá en dos fases, la primera será para la construcción de la presa de jales en una superficie de 32.2928 has, de las cuales solicitamos la exención del trámite del cambio de uso de suelo en 3 polígonos que suman una superficie de 21.1912 has, siendo el primer polígono de 11.7758 has, correspondiente a la presencia de vegetación nativa secundaria con la especie dominante Chirahui; el segundo polígono que tiene una superficie de 2.3441 has, que son ocupados por caminos de acceso y otras infraestructuras que en su momento tuvieron la debida autorización en materia de impacto ambiental y el cambio de uso de suelo; y por último el polígono donde están englobadas áreas agrícolas y de praderas con buffel, que suman una superficie de 7.0713 y que son consideradas en la serie III de INEGI como áreas agrícolas; **por lo que de la superficie de 32.2928 has, se solicitarán solamente la superficie de 11.1016 has, para el cambio de uso de suelo.**

Objetivos Particulares

- Elaborar un documento que respalde y garantice que las actividades de ampliación del área operativa de Bi Metals, quien cumplirá con lo establecido en la legislación ambiental aplicable para dichas actividades.
- Definir y proponer las acciones de prevención y mitigación de los posibles impactos ambientales adversos ocasionados por las actividades del Proyecto.
- Obtener la en materia de impacto ambiental para la ejecución del Proyecto.

Por esta razón, de acuerdo con lo establecido en las legislaciones nacionales en materia ambiental y forestal, es necesario obtener tanto la autorización en materia de impacto ambiental como la correspondiente al cambio de uso de suelo forestal a minero, como se establece en el Artículo 28 de la LGEEPA y en los Artículos 117 y 118 de la LGDFS.

Las actividades se han planeado para que se inicien durante el año 2017, comenzando con la solicitud de los permisos necesarios y continuando con las actividades de preparación del sitio, construcción de infraestructura y operación a partir del año 2018. El conjunto de obras

requeridas, así como las actividades asociadas con todas las fases de desarrollo, constituye el **Proyecto Presa de Jales 2 Segunda Etapa** que se presenta en este documento.

UBICACIÓN FÍSICA Y SUPERFICIE

El Proyecto Presa de Jales 2 Primera Etapa se sitúa en el municipio de Álamos, estado de Sonora. Se localiza aproximadamente a 15 km del poblado del mismo nombre, el cual es también la cabecera municipal; El Proyecto se encuentra a una distancia aproximada de 95 km en línea recta de Ciudad Obregón. Localmente, los poblados más cercanos son Nuevo Piedras Verdes y San José del Tábelo. El sitio del Proyecto se encuentra actualmente en terrenos desocupados, adyacentes al área de operación de la Planta de Flotación y Presa de Jales de Bi Metals México S. de R.L. de C.V. , estos terrenos forman parte de la superficie del Ejido Piedras Verdes y los predios El Chirahual y Los Bojorquez.

Las coordenadas de los vértices de los polígonos donde se pretende realizar el Proyecto se indican en la Tabla 1. En el Apéndice 3 “Planos Georreferenciados”.

PROGRAMA DE TRABAJO

Las actividades generales que se consideran en el Proyecto se desarrollarán de conformidad con el plan de trabajo indicado en la Tabla 2.

Tabla 2. Cronograma de actividades para el Proyecto por semestre.

Etapa	Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Preparación del sitio	Localización de las áreas de desmonte y de conservación															
	Rescate y reubicación de flora y fauna															
	Desmonte en el área autorizada															
	Despalme en el área autorizada															
	Limpieza del terreno															
Construcción	Construcción/rehabilitación de caminos															
	Trabajos de excavación, compactación y conformación del terreno															
	Construcción del proyecto															
Operación	Dopositación de jales															
Abandono	Desmantelamiento de las instalaciones															
	Reforestación															
	Rehabilitación															

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El análisis realizado aporta la identificación de 157 interacciones o impactos individuales posibles, entre las actividades del Proyecto y los componentes e indicadores ambientales seleccionados.

De esos impactos, 85 tienen carácter adverso o negativo y 72 son positivos (Tabla 3).

Tabla 3. Impactos (interacciones) por tipo y nivel de magnitud.

IMPACTOS ADVERSOS		IMPACTOS COMPATIBLES	IMPACTOS POSITIVOS		
Severos	**Moderados**	**Compatibles**	**Altos**	**Medianos**	**Bajos**
0	51	34	0	63	9
85			**72**		
157					

El 60.00 % de los efectos potencialmente negativos es de magnitud moderada (51), 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 40.00 % es compatible, es decir, no obstante su naturaleza en esencia negativa, son impactos sobre componentes ambientales que no sufren cambios permanentes, por lo que se pueden recuperar sin acción de medidas de manejo, por lo que 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 (63) 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 (moderados), sin embargo, si tomamos en cuenta que los impactos considerados como compatibles son en esencia negativos, esta tendencia cambia aunque no en una relación alta. Esta situación refleja que el Proyecto ha internalizado medidas y acciones ambientales suficientes para promover la prevención o neutralización de los efectos indeseables.

GENERACIÓN DE EMPLEOS

Dentro del desarrollo del proyecto, y por la propia magnitud de éste, se tiene considerado generar una cantidad importante de empleos, dando prioridad a los habitantes de las zonas aledañas que forman parte del municipio de Álamos, Sonora.

Adicionalmente y como lo establece la Secretaría del Trabajo, se va a generar un promedio de 10 empleos indirectos por cada empleo directo creado.

Asimismo, la adquisición de materiales, insumos y combustibles provenientes de negocios establecidos en la zona, favorecerá el desarrollo económico de la región.

Se debe considerar también que los caminos que se abran en el proyecto, serán de gran utilidad para los pobladores de la localidad; el contar con estos caminos evidentemente amplía las posibilidades de comunicación entre los poblados aledaños, lo que podrá beneficiar el desarrollo económico de los productores rurales de menores recursos.

CONSIDERACIONES FINALES

Dado el anterior análisis, valorando que la naturaleza del Proyecto no es generadora de contaminación, daños o deterioro significativo del ambiente en el sistema ambiental; que no se compromete la integridad funcional del sistema ambiental, ni la continuidad de los procesos naturales en el entorno que no será perturbado; que la Empresa adquiere el compromiso de implantar y desarrollar acciones de protección ambiental, orientadas a prevenir y atenuar los impactos ambientales de la actividad; y que el Proyecto se realizará en el marco de los siguientes compromisos:

- Todas las actividades se realizarán en estricto apego a las disposiciones legales aplicables en materia de impacto ambiental.
- Se afectarán -por el proyecto promovido- en las dos fases de la presente segunda etapa, 72.5619 has, pero en esta primera fase, se contempla desarrollar el proyecto en 32.2928 has, de las cuales se solicitará el cambio de usop de suelo en 11.1016 has de vegetación natural de selva baja caducifolia y quedan sexentas 21.1912 has, sin comprometer la

diversidad de especies de flora y fauna presentes en el sistema ambiental definido para el Proyecto, en el Municipio de Álamos y Estado de Sonora.

- Al concluir la vida del Proyecto, si es el caso, se realizará la restauración ambiental del sitio con el propósito de recuperar condiciones favorables para el restablecimiento de la cobertura vegetal y los servicios ambientales en el área afectada.

Se considera que no se pondrán en riesgo los servicios ambientales del sistema ambiental, tales como el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales, la protección y recuperación de suelos y calidad del agua. Los beneficios económicos y sociales a largo plazo superan los beneficios que representa, hasta el momento, el área forestal; esto confiere viabilidad al Proyecto y permite considerarlo ambientalmente seguro.

TABLA DE CONTENIDO

Tabla de Contenido 1
Índice de Figuras 6
Índice de Tablas 7

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 10
I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO 10
I.1.1 Nombre del proyecto 11
I.1.1.1 Datos del sector y tipo de Proyecto 11
Sector 11
Subsector 11
Rama 11
Sub-rama 12
I.1.2 Ubicación (dirección) del proyecto 11
I.1.3 Duración del proyecto 11
I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE 11
I.2.1 Nombre o razón social 11
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente (RFC) 12
I.2.3 Datos del representante legal 12
I.2.4 Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones 12
I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, PARTICULAR 12
I.3.1 Nombre del responsable técnico de la Manifestación de Impacto Ambiental 12
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes 13
I.3.3 Dirección del responsable técnico del documento 13

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 13
II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 13
II.1.1 Naturaleza del proyecto 14
II.1.2 Objetivo del Proyecto 15
II.1.2.1. Objetivos Particulares 15
II.1.3 Ubicación física 15
II.1.3.1 Accesos 16
II.1.3.2 Selección del sitio 17
Criterios Legales y Normativos 17
Criterios Técnicos 19
Criterios ambientales 20
II.1.4 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos 22
II.1.5 Inversión Requerida 23
II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO 24
II.2.1 Presa de Jales 24
II.2.2 Caminos 26
II.2.3 Dimensiones del proyecto 26
II.2.4 Representación gráfica regional y Local 27
II.2.5 Preparación del sitio y construcción 30
II.2.5.1 Preparación de Sitio 30
Identificación, rescate y reubicación de individuos de flora y fauna 30
Desmonte y Despalme 31
Nivelación y compactación 32
II.2.5.2 Construcción 32

Presa de Jales 32
Caminos 37
II.2.6 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto 37
II.2.7 Operación y Mantenimiento 37
II.2.7.1 Área afectada 38
II.2.8 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones 38
II.2.9 Programa de trabajo 40
II.2.10 Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera 40
II.2.11 Residuos 41
II.2.11.1 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos 42

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DE SUELO 44
ANTECEDENTES 44
III.1 ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES 46
III.1.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente 50
III.1.1.1 Evaluación del impacto ambiental 50
III.1.1.2 Preservación del agua y suelos 51
III.1.1.3 Conservación de flora y fauna silvestres 51
III.1.2 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental 52
III.1.3 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 53
III.1.4 Ley General de Cambio Climático 54
III.1.5 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 55
III.1.6 Ley General de Vida Silvestre 56
III.1.7 Ley de Aguas Nacionales 57
III.1.8 Ley Minera 57
III.2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO 58
III.3 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS 63
III.3.1 Regiones Terrestres Prioritarias 65
III.3.2 Regiones Hidrológicas Prioritarias 65
III.3.3 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves 66
III.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS 70
III.5 OTROS INSTRUMENTOS 73
III.5.1 Planes sectoriales 73
III.5.2 Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 74
III.5.3 Programa Nacional de Desarrollo Minero 74
III.5.4 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018 (PROMARNAT) 77

IV DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 81
IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO 81
IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) 86
IV.2.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad del SA 86
IV.2.1.1 Medio abiótico 86
Clima 86
Geología y unidades geomorfológicas 87
Suelos 96
Hidrología Superficial y Subterránea 97
IV.2.1.2 Elementos del Medio Biótico 105
Vegetación 105

Estructura de la vegetación arbórea en el Sistema Ambiental....111
Vegetación en el Área de Proyecto....114
Fauna....121
IV.2.1.3Medio Socioeconómico....132
Contexto regional....132
Demografía....132
Factores Socioculturales....140
Marginación y desarrollo humano....142
IV.2.1.4 Paisaje....143
IV.3 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL....145
IV.3.1 Procesos de deterioro ambiental....145
IV.3.1.1 Decremento de la cantidad y calidad del agua....146
Calidad....146
Cantidad....146
IV.3.1.2 Deterioro de la calidad del aire....146
IV.3.1.3 Degradación de suelos....147
IV.3.1.4 Deterioro de la vegetación....147
IV.3.1.5 Disminución de la biodiversidad....148
IV.3.1.6 Vulnerabilidad natural del Sistema Ambiental....148
Ciclones tropicales....148
Vulcanismo....149
Sismicidad....149
Movimiento de tierras....150
Inundaciones....152
IV.3.1.7 Calidad del Sistema Ambiental....153

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES....155
V.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS AFECTACIONES A LA ESTRUCTURA Y FUNCIONES DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO....157
V.1.1 Calidad del aire....157
V.1.2 Geología y geomorfología....157
V.1.3 Suelos....158
V.1.4 Hidrología superficial y subterránea....158
V.1.5 Flora....158
V.1.6 Fauna....158
V.1.7 Paisaje....159
V.1.8 Demografía....159
V.2 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES....159
V.2.1 Metodologías de identificación....159
V.2.1.1 Lectura del entorno y análisis espacial....160
V.2.1.2 Análisis *in situ*....160
V.2.1.3 Listas de verificación....160
V.2.1.4 Matrices de interacción....161
V.2.2 Selección de indicadores ambientales....161
V.2.2.1 Aire....163
Concentración de partículas suspendidas....163
Gases contaminantes....163
Niveles de ruido....165
Niveles de vibraciones....166
V.2.2.2 Suelo....166
Estabilidad geológica....166
Topografía (relieve)....166
Propiedades físicas (pérdida por erosión)....166
Propiedades químicas (contaminación)....167

Cambio de uso del suelo 167
V.2.2.3 Agua superficial 168
Contaminación (y niveles de sedimentación) 168
Variación del flujo 168
Modificación de curso 168
V.2.2.4 Agua subterránea 169
Calidad (Contaminación) del agua 169
Alteración (Capacidad) de la recarga 169
V.2.2.5 Flora Silvestre 169
Abundancia 169
Diversidad 170
Cobertura 170
Especies en riesgo 170
Especies de interés comercial 170
Sucesión ecológica 170
V.2.2.6 Fauna silvestre 171
Abundancia 171
Diversidad 171
Especies en riesgo 171
Conservación de Hábitat y corredores biológicos 171
V.2.2.7 Paisaje 172
Incidencia visual 172
Armonía visual 172
V.2.2.8 Población 172
Salud pública 172
Calidad de vida 172
Economía Regional 173
Actividades Productivas 173
V.2.3 Actividades con potencial de impacto ambiental 173
V.2.4 Impactos ambientales potenciales 174
V.3 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 176
V.3.1 Criterios de evaluación 176
V.3.2 Metodologías de Evaluación 177
V.3.3 Resultados 179
V.4 ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 186
V.4.1 Análisis general 186
V.4.2 Descripción de Impactos Ambientales 186
V.5 CONCLUSIONES 199

VI MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 200
VI.1 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN 201
VI.2 IMPACTOS RESIDUALES 209
VI.2.1 Modificación del Relieve 210
VI.2.2 Otros Impactos 211

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES 212
VII.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO 213
VII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO 213
VII.2.1 Incremento en la concentración de partículas suspendidas en el aire 214
VII.2.2 Incremento en la concentración de gases contaminantes 214
VII.2.3 Incremento en los niveles de ruido del sitio 214
VII.2.4 Emisión de vibraciones 214
VII.2.5 Generación de inestabilidad geofísica del terreno 215

VII.2.6 Alteración de la topografía natural del terreno 215
VII.2.7 Pérdida y Contaminación del Suelo 215
VII.2.8 Disminución del coeficiente de infiltración del terreno 216
VII.2.9 Cambio de uso del suelo-pérdida de superficie forestal 216
VII.2.10 Incremento en los niveles de sedimentación y contaminación en escurrimientos estacionales 216
VII.2.11 Modificación del flujo de agua superficial 216
VII.2.12 Modificación del curso natural de los escurrimientos superficiales. 217
VII.2.13 Agua subterránea/Disminución de la disponibilidad local de agua 217
VII.2.14 Contaminación del agua subterránea 217
VII.2.15 Disminución de la capacidad de recarga del agua subterránea 218
VII.2.16 Disminución de la cobertura vegetal 218
VII.2.17 Reducción de la cobertura forestal de especies de interés comercial 218
VII.2.18 Disminución de la abundancia de las poblaciones de fauna silvestre en el sitio 218
VII.2.19 Pérdida de hábitat y corredores biológicos 219
VII.2.20 Deterioro de la calidad y armonía del paisaje 220
VII.2.21 Aspectos socioeconómicos 219
VII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN 220
VII.4 PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL 223
VII.4.1 Objetivos 223
VII.4.2 Alcances 224
VII.4.3 Estrategia de manejo ambiental 229
VII.4.3.1 Programa de Monitoreo y Supervisión Ambiental 229
Programa de Monitoreo Ambiental 229
Programa de Supervisión (vigilancia) Ambiental 232
VII.4.3.2 Programa de Rescate y Conservación 235
Rescate de Fauna Silvestre 236
Rescate de Flora 241
VII.4.3.3 Programa de Restauración y Reforestación 247
Preparación del terreno 247
Selección de especies a reforestar 247
Plantación 248
Cuidados post-plantación 249
Manejo y mantenimiento 251
Documentación 252
Evaluación 252

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES 254
VIII.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN 254
VIII.2 APENDICES PRESENTADOS 254
VIII.2.1 APÉNDICE 1 "Documentación Legal" 254
VIII.2.2 APENDICE 2 "Información Técnica" 254
VIII.2.3 APENDICE 3 "Planos Georreferenciados" 254
VIII.2.4 APENDICE 4 "Evidencia Fotográfica" 255

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1. Zona propuesta para el desarrollo del Proyecto.....ap.3
Figura II.2. Vías de acceso al área de Proyecto. 16
Figura II.3. Criterios de clasificación de la presa de jales pretendida para el Proyecto. 25
Figura II.4. Representación gráfica regional (Macrolocalización). 28
Figura II.5. Representación gráfica local (Microlocalización). 29
Figura III.1 Centros mineros del estado de Sonora. 45
Figura III.2. Aptitud minera del estado de Sonora y de la Región de Álamos. 59
Figura III.3. Unidad de Gestión Ambiental 40, zona con aptitud minera. 60
Figura III.4. Localización del proyecto con respecto a las Áreas Naturales Protegidas. 64
Figura III.5. Ubicación del proyecto con respecto a la Región Terrestre Prioritaria RTP-31 Sierra Álamos-El Cuchujaqui. 67
Figura III.6. Localización del proyecto con respecto a la Región Hidrológica Prioritaria RHP-17 Río Mayo. 68
Figura III.7. Localización del proyecto con respecto al Área de Importancia para la Conservación de las Aves AICA 40 Álamos-Río Mayo. 69
Figura IV.1 Ubicación de la cuenca hidrológica donde se ubica el proyecto (CONAGUA, 2009). 83
Figura IV.2. Sistema ambiental definido para el proyecto Presa de Jales 2 Segunda Etapa. 85
Figura IV.3. Tipos climáticos presentes en el Sistema Ambiental y en el área de Proyecto. 88
Figura IV.4. Climograma del sistema ambiental definido para el proyecto Presa de Jales 2 Segunda Etapa. 89
Figura IV.5. Registro de heladas en la república mexicana. 90
Figura IV.6. Geología del sistema ambiental definido para el Proyecto. 92
Figura IV.7. Fisiografía del sistema ambiental definido para el Proyecto Presa de Jales 2 Segunda Etapa. 94
Figura IV.8. Regionalización sísmica de la república mexicana. El círculo rojo señala la ubicación aproximada del proyecto. 96
Figura IV.9. Tipos de suelo en el municipio de Álamos, Sonora. 97
Figura IV.10. Suelos del Sistema Ambiental definido para el Proyecto. 100
Figura IV.11. Hidrología del área del Proyecto Presa de Jales 2 Segunda Etapa. 103
Figura IV.12. Tipo de vegetación presente en el Sistema Ambiental definido para el proyecto Presa de Jales 2 Segunda Etapa 107
Figura IV.13. Porcentaje de especies de flora por familia en el sistema ambiental definido para el Proyecto. 111
Figura IV.14. Categorización diamétrica de los árboles presentes en el Sistema Ambiental definido para el Proyecto. 111
Figura IV.15. Vegetación potencial de la zona del Proyecto. 115
Figura IV.16. Porcentaje de especies de flora por familia en el Proyecto. 117

Figura IV.17. Categorización diamétrica presente en la zona del Proyecto. 118
Figura IV.18. Distribución de las alturas de la vegetación en la zona del Proyecto. 118
Figura IV.19. Porcentaje de abundancia por grupo registrada en el sistema ambiental definido para el Proyecto. . 130
Figura IV.20. Crecimiento poblacional municipal y de la cabecera (localidad de Álamos). 134
Figura IV.21. Localidades de mayor proximidad a la unidad minera Piedras Verdes. 135
Figura IV.22. Composición de la población por sexos de las localidades próximas al proyecto. 137
Figura IV.23. Composición de la población por grupos de edad de las localidades próximas al Proyecto. 137
Figura IV.24. Diversas vistas del paisaje predominante en la zona del Presa de Jales 2 Segunda Etapa. Las imágenes corresponden al subsistema con vegetación secundaria arbustiva. 145
Figura IV.25. Sismicidad relacionada con el Proyecto. 150
Figura IV.26. Ubicación del sitio de proyecto respecto a las zonas con potencial para la generación de flujos. 150
Figura IV.27. Ubicación del sitio del Proyecto respecto a zonas susceptibles a hundimientos y deslizamientos. 151
Figura IV.28. Ubicación del sitio del proyecto con zonas con potencial para la ocurrencia de colapsos. 152
Figura IV.29. Ubicación del área de Proyecto respecto a Zonas con Peligro de inundaciones. 153
Figura VIII.1 Apertura de cepellón-reforestación 249
Figura VIII.2. Riego a las especies de los individuos trasplantados. 250

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.1 Coordenadas UTM de los polígonos donde se pretende realizar el Proyecto ..... APENDICE 3
Tabla II.2. Distancias entre centros de población mayores y la zona del proyecto. 16
Tabla II.3. Criterios de la Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003 (presas de jales) relativos a la selección del sitio. 21
Tabla II.4. Principales aspectos de urbanización y servicios requeridos para el Proyecto. 22
Tabla II.5. Inversión requerida para el desarrollo del Proyecto Presa de Jales 2 Segunda Etapa. 23
Tabla II.6. Criterios de la Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003 (presa de jales) relativas a las etapas de construcción y operación. 33
Tabla II.7. Criterios de Post-Operación de la Presa de Jales propuestos en la NOM-141-SEMARNAT-2003. 39
Tabla II.8. Cronograma de actividades para el Proyecto por semestre. 40
Tabla II.9. Tipos de residuos generados en el Proyecto y su manejo 43
Tabla II.10. Residuos peligrosos que generará el Proyecto. 43
Tabla III.1. Instrumentos y criterios regulatorios aplicables al proyecto. 49
Tabla III.2. Estrategias de ordenamiento ecológico aplicables. 62
Tabla III.3. Áreas Naturales Protegidas del estado de Sonora. 63

Tabla III.4. Vinculación del proyecto con Normas Oficiales Mexicanas. 71
Tabla III.5. Límites máximos permisibles de exposición a ruido en centros de trabajo (NOM-011-STPS-2001). 72
Tabla III.6. Alineación de los objetivos sectoriales al Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. 76
Tabla III.7. Alineación de los objetivos del PROMARNAT al Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. 79
Tabla IV.1 Subcuencas de la cuenca hidrológico-forestal Río Mayo. 81
Tabla IV.2. Temperatura y precipitación del Sistema Ambiental definido para el Proyecto. 89
Tabla IV.3. Suelos dominantes del municipio de Álamos, Sonora. 97
Tabla IV.4. Familia, nombre científico y común de las especies vegetales pertenecientes al Sistema Ambiental definido para el Proyecto. 109
Tabla IV.5. Índice de Valor de Importancia (V.I.) para las especies arbóreas registradas en el sistema ambiental definido para el Proyecto.. 112
Tabla IV.6. Estimación del Índice de diversidad de Margalef (I) y de Shannon (H) para la vegetación arbórea en la microcuenca definida para el Proyecto. 113
Tabla IV.7. Especies registradas en el área de Proyecto. 116
Tabla IV.8. Especies arbóreas y su Valor de Importancia en la zona del Proyecto. 119
Tabla IV.9. Especies arbustivas y su abundancia e índice de diversidad de Shannon. 119
Tabla IV.10. Diversidad florística del estrato arbóreo en el área del Proyecto. 120
Tabla IV.11. Diversidad florística del estrato arbustivo en el área del Proyecto. 120
Tabla IV.12. Lista taxonómica de los vertebrados terrestres registrados en el Sistema Ambiental definido para el Proyecto.. 126
Tabla IV.13. Abundancia por grupo taxonómico de fauna silvestre registrados para el sistema ambiental definido para el Proyecto. 127
Tabla IV.14. Valores de riqueza específica (s), abundancia (n) e índice de diversidad de Shannon (H), de los vertebrados terrestres registrados en el Sistema Ambiental definido para el Proyecto. 128
Tabla IV.15. Lista taxonómica de los vertebrados terrestres registrados en el Proyecto.. 129
Tabla IV.16. Riqueza, abundancia y diversidad de fauna en el Proyecto. 130
Tabla IV.17. Riqueza específica, abundancia registrada e índice de diversidad de vertebrados terrestres dentro del área de la presa de jales. 131
Tabla IV.18. Riqueza Específica, Abundancia registrada e Índice de Diversidad de Vertebrados Terrestres en Tajo del Proyecto Minero. 131
Tabla IV.19. Tasa anual de crecimiento y densidad poblacional de Álamos, Sonora. 133
Tabla IV.20. Distribución de la población municipal por tamaño de localidad (2005–2010). 133
Tabla IV.21. Variables socio-demográficas del municipio de Álamos y localidades próximas al proyecto 136
Tabla IV.22. Crecimiento de las localidades próximas a la unidad minera Piedras Verdes. 136
Tabla IV.23. Indicadores de migración en Álamos, Sonora. 138
Tabla IV.24. Población económicamente activa (PEA) en el municipio de Álamos (2010). 138

Tabla IV.25. Población económicamente activa del municipio de Álamos, ocupada por sector de actividad. 138
Tabla IV.26. Indicadores de rezago en vivienda del municipio de Álamos..... 141
Tabla IV.27. Población total según derechohabiencia a servicios de salud por grupos de edad y sexo, 2010..... 143
Tabla IV.28. Marginación en el municipio de Álamos de 1980 a 2010. 143
Tabla IV.29. Indicadores de marginación en el municipio de Álamos. 143
Tabla IV.30. Indicadores, criterios y valores de ponderación de la calidad ambiental definido para el Proyecto. 154
Tabla IV.31. Clasificación de niveles de calidad ambiental 154
Tabla IV.32. Niveles de calidad ambiental en el Sistema Ambiental y área de Proyecto. 154
Tabla V.1 Indicadores de Impacto Ambiental seleccionados para la evaluación. 162
Tabla V.2. Valores límite de concentración ambiental de partículas PM_10 y $PM_{2.5}$. 163
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. 164
TablaV.4. Límites máximos permisibles de emisión de partículas sólidas. 164
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. 165
Tabla V.6. Límites máximos permisibles del nivel sonoro en ponderación “A” emitido por fuentes fijas. 165
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. 166
Tabla V.8. Actividades del Proyecto con potencialidad de impacto. 173
Tabla V.9. Matiz de interacción entre los indicadores ambientales seleccionados y las obras o actividades del Proyecto. 175
Tabla V.10. Criterios empleados para evaluar la magnitud de los impactos ambientales. 176
Tabla V.11. Criterios empleados para evaluar la significancia de los impactos ambientales. 177
Tabla V.12. Fórmula, criterios de valoración y categorías de clasificación de impactos ambientales. 178
Tabla V.13. Niveles de magnitud de impactos ambientales considerados en la evaluación del Proyecto. 178
Tabla V.14. Matriz simplificada: Valores de Magnitud de interacciones ambientales. 180
Tabla V.15. Matriz de evaluación de magnitud y significancia de impactos ambientales. 181
Tabla V.16. Impactos (interacciones) por tipo y nivel de magnitud. 186
Tabla VII.1 Impactos adversos potenciales del proyecto. 225
Tabla VII.2 Catálogo de medidas ambientales por línea estratégica del proyecto. 227
Tabla VII.3 Líneas estratégicas de acción y programas ambientales. 229

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

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

El Proyecto **Presa de Jales 2 Segunda Etapa** (el "Proyecto") que se somete a revisión a través de la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular (MIA-P) tiene como objetivo dar a conocer el plan de ampliación del área de disposición de jales de flotación por espuma, derivados del proceso de beneficio de minerales de cobre que Bi Metals México S. de R.L. de C.V. (Bi Metals) opera desde 2013.

La empresa Bi Metals México S. de R.L. de C.V. mantiene operaciones en la zona denominada Piedras Verdes, ubicada en el municipio de Álamos, en el estado de Sonora. La empresa cuenta con autorización para la operación de una planta de flotación por espuma, para el beneficio de mineral con baja solubilidad de cobre (calcopirita, bornita, covelita). Dicha planta de flotación –y la presa de jales anexa- se ubica al Sur de la Unidad Minera Piedras Verdes.

Dentro de las actividades de Bi Metals, en tiempos recientes, han surgido diversos escenarios que conllevan a la necesidad de mejorar la actividad productiva de la planta de flotación. Así, en este momento se tiene planeado iniciar algunas tareas de mejoramiento a la infraestructura existente, la cual se integra en el Proyecto denominado "Presa de Jales 2 Segunda Etapa" y que responde a la necesidad de aumentar –entre otras áreas- la superficie destinada a la disposición final de los residuos del proceso de beneficio (Presa de jales) y a la apertura de dos tramos de camino que conduzcan hacia el sitio de Proyecto.

Así, el Proyecto se refiere a obras que contribuirán a mantener la capacidad de disposición de residuos (e indirectamente a la productiva de la Planta de Flotación) en Bi-Metals, considerando una ampliación de la infraestructura actual instalada y sin que esto implique una modificación sustancial en las actividades que se llevan a cabo. Se estima que para el desarrollo de las actividades del Proyecto, la inversión directa requerida ascienda aproximadamente a $60,000, 000.00 M.N., que incluye todos los elementos necesarios para el emplazamiento del Proyecto en la zona de interés.

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

Las actividades se han planeado para que se inicien durante el año 2015, comenzando con la solicitud de los permisos necesarios y continuando con las actividades de preparación del sitio, construcción de infraestructura y operación a partir del año 2016. El conjunto de obras requeridas, así como las actividades asociadas con todas las fases de desarrollo, constituye el **Proyecto Presa de Jales 2 Segunda Etapa** que se presenta en este documento.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Desde el año 2013 la empresa Bi Metals México S. de R.L. de C.V. obtuvo la autorización en materia de impacto ambiental para el desarrollo de una planta de flotación por espuma y su respectiva presa de jales, dichas obras fueron instaladas en terrenos de la Unidad Minera Piedras Verdes (UMPV), pertenecientes a Cobre del Mayo S.A. de C.V., estos terrenos conforman una superficie ya autorizada en materia de impacto ambiental y con uso de suelo minero.

Sin embargo, cabe resaltar que las actividades que Bi Metals desarrolla actualmente –así como las pretendidas en el Proyecto a que hace referencia el presente documento- son independientes de las actividades de la Unidad Minera Piedras Verdes, por lo que las actividades de la UMPV no forman parte de la presente evaluación.

El circuito de procesamiento húmedo en las operaciones de Bi Metals produce lodos residuales (jales) que deben ser descargados y almacenados en las instalaciones adecuadas para tal fin. Como ya se mencionó, actualmente Bi Metals México S. de R.L. de C.V. mantiene una presa de jales en operación aproximadamente a 2 km de su Planta de Flotación, esta presa de jales se sitúa al Sur de la Unidad Minera Piedras Verdes; actualmente, la mayor parte de los jales es bombeada hacia esta presa de jales (TSF). Además, los jales húmedos producidos en los -recientemente habilitados- circuitos de Flotación de Finos y Limos son descargados en el llamado "depósito de finos" que se localiza justo al Oeste de los tanques de agua de Bi Metals.

Sin embargo, ambas instalaciones -TSF y depósito de finos- tienen una capacidad de almacenamiento limitada; como resultado de esto se han estudiado y propuesto opciones para las futuras necesidades de operación (almacenamiento de jales); es por ello que el desarrollo actual de Bi Metals requiere de mejoras en la infraestructura existente para llevar a cabo de forma óptima las actividades de la empresa.

Por ello anterior, se propone llevar a cabo el Proyecto **Presa de Jales 2 Segunda Etapa**, el Proyecto en cuestión implica: i) el incremento en la capacidad almacenamiento de jales (colas residuales) derivados del proceso de beneficio de minerales con baja solubilidad de cobre (calcopirita, bornita, covelita), y ii) la apertura de dos caminos que conduzcan hacia el área de Proyecto y conecten entre si las diferentes obras que lo componen.

La obtención de arcillas y roca necesaria para dar estabilidad y aumentar la impermeabilidad del terreno destinado a la presa de jales, se realizará a partir de las actividades propias de la Unidad Minera Piedras Verdes, Cobre de Mayo S. A. de C. V.

El grupo de obras que integran la ampliación pretendida para optimizar las operaciones de Bi Metals México S. de R.L. de C.V. en la zona, constituye el Proyecto que se somete a consideración de la autoridad ambiental a través de la presente MIA-P.

Tanto las actividades de preparación de sitio, construcción y las operaciones de la ampliación que se propone en este documento, han sido diseñadas para cumplir con las leyes y regulaciones mexicanas, así como las normas y buenas prácticas internacionales de ingeniería y manejo

ambiental. Así, el Proyecto se desarrollará bajo estándares que garanticen un progreso adecuado de las actividades en el contexto ambiental existente. Por ello, para asegurar la aplicación de las mejores prácticas, el Proyecto se realizará bajo constante supervisión por personal de la empresa.

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

II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO

La empresa Bi Metals México S. de R.L. de C.V. lleva a cabo, en la zona conocida como Piedras Verdes, un proyecto de beneficio de minerales de cobre de baja solubilidad, dicho beneficio se hace en una Planta de Flotación instalada desde el año 2013; como parte de las actividades de mejoramiento de la capacidad productiva de la Planta de Flotación –concretamente en lo referente a la disposición de los residuos (jales) del proceso de beneficio, se planea llevar a cabo un proyecto de ampliación de infraestructura consistente en habilitar nuevas superficies requeridas para su uso como una nueva presa de jales y la apertura de nuevos accesos.

La justificación de este trabajo consiste en que las obras pretendidas responden a la necesidad de establecer mejoras en la infraestructura que conforma el sistema de beneficio de minerales de Bi Metals; esto con miras a mantener viable –en términos ambientales y económicos- la actividad minera de la empresa.

El incremento de superficies planteado es consecuencia del adecuado funcionamiento de las instalaciones de beneficio de mineral donde, en un escenario favorable –como el que ahora se tiene- se generan requerimientos que necesariamente implican mejorar la infraestructura y la capacidad de las áreas operativas como lo es la presa de jales.

Las actividades mencionadas se han calculado para ser realizadas –incluyendo la solicitud de autorizaciones ambientales- a partir del año 2015 en adelante, hasta que los objetivos establecidos sean alcanzados. Las actividades se han calculado para que se inicien una vez obtenido los permisos correspondientes, hasta que los objetivos establecidos sean alcanzados. En caso de ser necesaria la utilización de superficies adicionales, se solicitará con oportunidad la autorización correspondiente.

Adicionalmente, como el Proyecto incluye el desarrollo de la segunda parte de una nueva presa de jales para el depósito de los residuos del beneficio, ésta deberá cumplir -en su diseño y características- satisfactoriamente con las disposiciones generales de la Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003 (presas de jales) y aplicables en relación con la selección del sitio.

II.1.2 OBJETIVO DEL PROYECTO

El objeto del presente documento es el obtener la autorización en materia de impacto ambiental en una superficie de 72.5619 has. , para llevar a cabo el Proyecto denominado "Presa de Jales 2 Segunda Etapa". Esta segunda etapa, se dividirá en dos fases, la primera será para la construcción de la presa de jales en una superficie de 32.2928 has, de las cuales solicitamos la exención del trámite del cambio de uso de suelo en 3 polígonos que suman una superficie de 21.1912 has, siendo el primer polígono de 11.7758 has, correspondiente a la presencia de vegetación nativa secundaria con la especie dominante Chirahui; el segundo polígono que tiene una superficie de 2.3441 has, que son ocupados por caminos de acceso y otras infraestructuras que en su momento tuvieron la debida autorización en materia de impacto ambiental y el cambio de uso de suelo; y por último el polígono donde están englobadas áreas agrícolas y de praderas con buffel, que suman una superficie de 7.0713 y que son consideradas en la serie III de INEGI como áreas agrícolas; **por lo que de la superficie de 32.2928 has, se solicitarán solamente la superficie de 11.1016 has, para el cambio de uso de suelo.**

II.1.2.1. Objetivos Particulares

- Elaborar un documento que respalde y garantice que las actividades de ampliación del área operativa de Bi Metals, quien cumplirá con lo establecido en la legislación ambiental aplicable para dichas actividades.
- Definir y proponer las acciones de prevención y mitigación de los posibles impactos ambientales adversos ocasionados por las actividades del Proyecto.
- Obtener la en materia de impacto ambiental para la ejecución del Proyecto.

II.1.3 UBICACIÓN FÍSICA

El Proyecto Presa de Jales 2 Segunda Etapa se sitúa en el municipio de Álamos, estado de Sonora. Se localiza aproximadamente a 15 km del poblado del mismo nombre, el cual es también la cabecera municipal; El Proyecto se encuentra a una distancia aproximada de 95 km en línea recta de Ciudad Obregón. Localmente, los poblados más cercanos son Nuevo Piedras Verdes y San José del Tábelo.

El sitio del Proyecto se encuentra actualmente en terrenos desocupados, adyacentes al área de operación de la Planta de Flotación y Presa de Jales de Bi Metals México S. de R.L. de C.V. (Figura II.1), estos terrenos forman parte de la superficie del Ejido Piedras Verdes y los predios El Chirahual y Los Bojorquez.

La superficie comprendida en el presente Proyecto está conformada, en esta fase por 32.2928 hectáreas (ha) destinadas a la presa de jales, para las cuales se solicita autorización de impacto ambiental; es preciso mencionar que Bi Metals México S. de R.L. de C.V. tiene los derechos sobre estas superficies.

Las coordenadas de los vértices de los polígonos donde se pretende realizar el Proyecto se indican en la Tabla II.1. En el Apéndice 3 "Planos Georreferenciados" se muestran los planos a detalle del Proyecto.

II.1.3.1 ACCESOS

El acceso hasta la ubicación del área de Proyecto se puede hacer, por vía terrestre, ya sea desde Hermosillo o Ciudad Obregón, mediante la Carretera Federal No. 15 (Figura II.2). El ingreso hacia la zona de Proyecto se lleva a cabo a través de un camino de terracería que conecta con la carretera mencionada en la desviación a la presa Adolfo Ruiz Cortines, también conocida como presa Mocúzari. Las distancias entre los poblados principales y el proyecto se indican en la Tabla II.2. Actualmente la zona de influencia donde se encontrará ubicado el Proyecto cuenta con caminos de terracería, mismos que son utilizados como parte de la infraestructura al interior y en las afueras del desarrollo minero existente y como vía de comunicación con las comunidades cercanas.

Tabla II.2. Distancias entre centros de población mayores y la zona del proyecto.

CIUDAD	DISTANCIA	TIEMPO	RUTA
Álamos	15 km	30 minutos	Hacia el Noreste por camino Rural
Cd. Obregón	95 km	1:15 horas	Hacia el Noroeste por la Carretera Federal 15
Navojoa	km	1:20 horas	Hacia el Sur por Carretera Federal 15

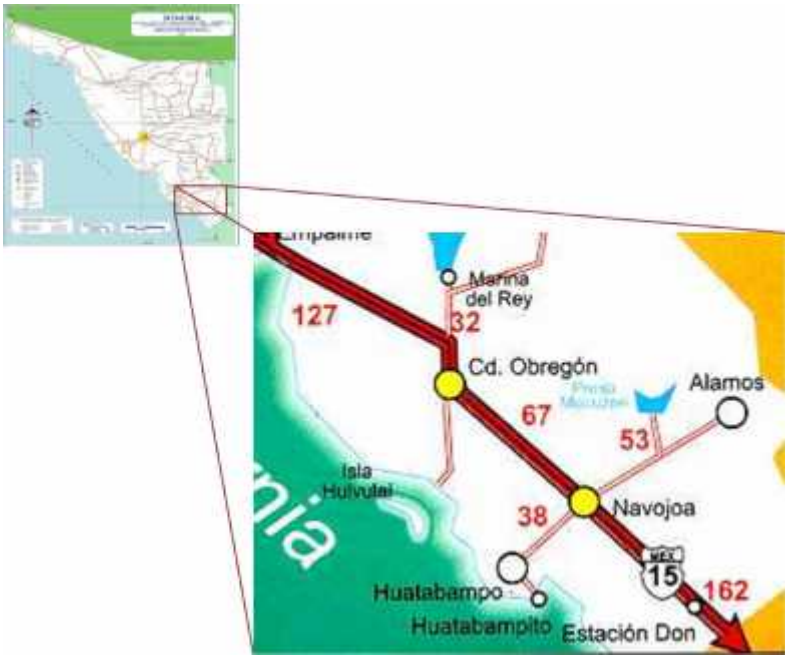


Figura II.2. Vías de acceso al área de Proyecto.

II.1.3.2 SELECCIÓN DEL SITIO

Como se sabe la selección de los sitios para las obras relacionadas con el beneficio de minerales se encuentra condicionada por factores como:

i. la ubicación de los depósitos minerales que se aprovechan,
ii. la factibilidad técnica, operativa y financiera del proyecto,
iii. los costos de operación por el movimiento y traslado de material, buscando dar la mayor eficiencia posible al plan de minado y producción, y
iv. la reducción de la extensión de las áreas de afectación ocasionadas por el Proyecto.

El sitio donde pretende desarrollarse el Proyecto es adecuado para la instalación, ya que puede acoplarse a las actividades actuales de Bi Metals con un balance positivo, tanto en términos económicos como ambientales, al minimizarse significativamente: i) distancia de acarreo de jales y materiales, ii) las necesidades de nivelación y movimiento de tierras y iii) posibilita el aprovechamiento idóneo de la infraestructura existente.

Es importante anotar que la decisión de la empresa de invertir en actividades que ayuden a mantener el correcto nivel operativo, se tomó con base en la conjunción de una serie de criterios legales, normativos, técnicos y ambientales que le confieren viabilidad a la actividad minera en la zona.

CRITERIOS LEGALES Y NORMATIVOS

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

a) Las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos relativas a la obtención de la concesión respectiva para el aprovechamiento de los recursos naturales susceptibles de apropiación.
b) Las disposiciones de diversas leyes reglamentarias que, dependiendo de las características del proyecto y del sitio elegido, establecen mecanismos e instrumentos para la regulación de las actividades.

En el caso particular las leyes aplicables son:

- La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental.
- La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento.
- La Ley Minera y su Reglamento.
- La Ley de Aguas Nacionales.
- Las disposiciones de las normas oficiales mexicanas que regulen la actividad.

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

Con base en dicho análisis se ha valorado que en el predio promovido para la ocupación, las actividades son susceptibles de desarrollarse, en razón de las siguientes consideraciones que

corroboran que el desarrollo del Proyecto no establece contravención jurídica alguna con los ordenamientos legales que le son aplicables:

- Atendiendo a las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la empresa cuenta con los títulos de Concesión Minera respectivos para el área de interés (Anexo 1 "Documentación Legal").
- De conformidad con lo que establece el Art. 19 de la Ley Minera y su Reglamento, los titulares de las concesiones mineras poseen el derecho de realizar obras y trabajos de exploración y explotación dentro de los lotes mineros concesionados, obtener la expropiación, ocupación temporal o constitución de servidumbre de los terrenos indispensables para llevar a cabo las obras y trabajos de exploración, explotación y beneficio, así como para el depósito de terreros, jales, escorias y graseros.
- Asimismo, 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).
- Existen una Norma Oficial Mexicana (NOM-141-SEMARNAT-2003) que establece los criterios, especificaciones y requisitos de protección ambiental para el desarrollo de presas de jales. Esta norma reconoce que de acuerdo con los avances científicos y tecnológicos es posible lograr la máxima seguridad ambiental de las actividades mineras, a partir del almacenamiento y la disposición de los jales en presas.
  Este instrumento regulatorio define criterios y especificaciones que deben aplicarse ante diversas condiciones y características del sitio seleccionado para la obra.
- Ninguno de los ordenamientos legales indicados establece *a priori* prohibición expresa para la realización de las actividades que contempla el Proyecto.
- La empresa cuenta con los documentos legales que le confieren certidumbre jurídica respecto de la ocupación de los terrenos requeridos para el Proyecto. Además se cuenta con las autorizaciones previas correspondientes para el desarrollo de la actividad minera en la región.
- Las consideraciones de naturaleza técnica y ambiental que establecen la viabilidad del Proyecto en materia de impacto ambiental y de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, se exponen a través de esta Manifestación de Impacto Ambiental y el Estudio Técnico Justificativo que se entregará de forma paralela; de conformidad con los dispuesto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental, así como por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento, de manera que a través de las autorizaciones respectivas se asegure que su ejecución se desarrolle en pleno cumplimiento y compatibilidad con los instrumentos que lo regulan y los principios y políticas nacionales en tales materias.

Teniendo como referencia el marco normativo señalado y toda vez que:

a) la empresa es titular de las concesiones mineras en la superficie donde pretende desarrollarse el Proyecto y
b) posee los derechos de uso y ocupación de los terrenos respectivos.

Se desprende que las obras pretendidas por el Proyecto pueden habilitarse en la zona seleccionada, se considera importante mencionar que –en el caso particular de la presa de jales- la zona corresponderá con el sitio de generación de jales; además de que no existe ningún impedimento legal para el desarrollo del Proyecto pretendido en el área donde se localizan la planta de flotación y presa de jales operadas por Bi Metals, siempre que, de acuerdo con la evaluación que realice la autoridad ambiental, se corrobore que:

i. No existe contraposición con los instrumentos de planeación y usos del suelo aplicables en el ámbito federal (áreas naturales protegidas y terrenos forestales), estatal y municipal. En este aspecto es importante destacar que el Proyecto se encuentra en el municipio de Álamos; sin embargo, no rebasa los límites o se acerca la que es considerada como una zona de importancia ecológica (Sierra de Álamos).
ii. El Proyecto, conforme a los estudios realizados, considera que su desarrollo no causará desequilibrios ecológicos que pongan en riesgo la integridad de las poblaciones de especies en riesgo; y
iii. El Proyecto se ajusta a criterios de diseño, construcción, operación, cierre y restauración, adecuados para obras como las pretendidas.

Así, la selección del sitio particular para el emplazamiento de dicha obra se circunscribe dentro de la superficie amparada por los títulos de concesión minera que se poseen para el desarrollo de la actividad.

CRITERIOS TÉCNICOS

En general, la selección de todas las áreas apropiadas para el desarrollo de actividades de beneficio de minerales se encuentra condicionada por la ubicación de los depósitos minerales que se aprovechan considerando siempre la factibilidad técnica, operativa y financiera del proyecto en cuestión, procesamiento y depósito de residuos, manteniendo especial cuidado en los costos de operación por el movimiento y traslado de material, buscando dar la mayor eficiencia posible al plan de minado y producción, buscando minimizar en lo más posible la extensión de las áreas de afectación.

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

- Localizar la nueva infraestructura con la mayor proximidad posible a la zona donde se generan los jales, a efecto de lograr la mayor eficiencia operativa y financiera en cuanto a la distancia, tiempo de acarreo y consumo de combustible, etc.
- Elegir sitios con características topográficas adecuadas para reducir los trabajos de preparación del sitio.
- Selección de sitios que no tienen un potencial futuro para actividades de extracción por lo que aumenta la posibilidad de poder trabajar en actividades de restauración antes de lo previsto.

- Consolidar las nuevas áreas a efecto de optimizar la ocupación espacial, evitando así la dispersión territorial de las áreas de operaciones y favoreciendo en consecuencia la contención de los impactos ambientales asociados con el movimiento de material.
- Ubicación de las obras en sitios donde se disponga del espacio y áreas de maniobras necesarios para realizar las actividades con amplios márgenes de seguridad.
- Minimizar la distancia entre la planta de flotación y la nueva presa de jales.
- Realizar el menor impacto posible en las actividades de poblaciones locales.
- No generar riesgos ambientales ni afectaciones innecesarias.
- La ubicación sea de fácil acceso.

CRITERIOS AMBIENTALES

Los criterios ambientales que favorecen la inversión y el desarrollo del Proyecto son:

- Minimizar, en lo posible, la afectación de áreas con vegetación natural.
- Prevenir todo riesgo de contaminación del agua subterránea.
- Reducir lo más posible la distancia entre la planta de flotación existente y la nueva presa de jales, de manera que pueda optimizarse:
  - La ocupación espacial de la infraestructura; y
  - El consumo de energía y combustible para el bombeo de los jales a la zona de alimentación, con la consecuente disminución de las emisiones de gases contaminantes.
- Ubicar los caminos a construir, de forma que garanticen el menor corte posible al terreno y que dicha ubicación sea favorable para circular en ellos de forma segura.
- El Proyecto no incursiona en ningún área natural protegida declarada en la región.
- No existen elementos históricos, arqueológicos o culturales que limiten el desarrollo del Proyecto
- La empresa incorporará medidas particulares de forma tal que se prevendrá y minimizará cualquier afectación a la biodiversidad local, el suelo y la hidrología.
- El entorno social es propicio, las negociaciones para el uso de la tierra están consolidadas, existiendo el conocimiento sobre las actividades que se van a desarrollar.
- Se cuenta con antecedentes sólidos de gestión ambiental en proyectos anteriores, a partir las actividades que la empresa ha realizado conforme a la normatividad ambiental.
- El balance costo/beneficio del proyecto es adecuado para su desarrollo en el contexto dado y las medidas de mitigación propuestas se consideran suficientes, adecuadas y eficaces, dadas las condiciones ambientales existentes.

Con tales premisas se desarrollaron exhaustivos estudios de campo que complementaron los análisis realizados con anterioridad y permitieron determinar las mejores alternativas técnicas, operativas y ambientales, para la ubicación infraestructura requerida por el Proyecto.
No debe perderse de vista tampoco que, para asegurar la aplicación de las mejores prácticas de la industria minera, el Proyecto se realizará bajo constante supervisión de personal de la empresa

altamente calificado en todos los ámbitos que se requieren para la implementación de la actividad.

En particular, a partir de las acotaciones anteriores y las particularidades físicas y bióticas del sitio propuesto para la localización de la presa de jales, el Proyecto que se somete a consideración de la autoridad ambiental cumple satisfactoriamente con las disposiciones generales de la Norma Oficial Mexicana NOM-141-AEMARNAT-2003 (presas de jales) relacionadas con la selección del sitio (Tabla II.3).

Tabla II.3. Criterios de la Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003 (presas de jales) relativos a la selección del sitio.

NUMERO	DISPOSICIÓN	OBSERVACIONES
	El almacenamiento de los jales puede efectuarse en el lugar donde se generen, conforme a la información obtenida en la caracterización del sitio, aplicando los criterios de protección ambiental especificados en esta Norma Oficial Mexicana para cada etapa.	La información relativa a la caracterización del sitio de la presa de jales propuesta se incluye en el Capítulo 4 de esta Manifestación de Impacto Ambiental, atendiendo a todas las especificaciones señaladas en la norma.
	En el caso de que se requiera ubicar una presa de jales en áreas naturales protegidas, la autorización estará sujeta a la evaluación en materia de impacto ambiental, así como a lo dispuesto en el Decreto del Área Natural Protegida y el Programa de Manejo respectivo.	La presa de jales propuesta no se localiza dentro de ningún Área Natural Protegida
	Si existen zonas y obras que por sus características se consideran patrimonio histórico o cultural, se debe cumplir con lo establecido en las leyes aplicables.	La presa de jales propuesta no se localiza en áreas o sitios patrimoniales.
5	En caso de que se pretenda ocupar un cauce natural de corriente y/o zona federal, se deberá solicitar el permiso de ocupación y/o concesión de zona federal y construcción de obra hidráulica a la Comisión Nacional del Agua, la cual determinará su procedencia.	La presa de jales propuesta no ocupa ningún cauce natural o zona federal.
	En caso de que durante la caracterización del sitio, se identifiquen especies en riesgo, de conformidad con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, se deben considerar las medidas que garanticen la sobrevivencia y la permanencia de la población afectada.	De acuerdo con la caracterización del sitio expuesta en el Capítulo IV de este mismo documento, en el área de estudio se distribuyen especies vegetales y de fauna silvestre consideradas en categorías de riesgo por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Para prevenir la afectación de los ejemplares y poblaciones de dichas especies, el proyecto ha incluido la aplicación de medidas y acciones necesarias; mismas que se describen en este mismo capítulo y el Capítulo 6 de esta Manifestación de Impacto Ambiental, además de que la selección del sitio busco minimizar la superficie de afectación y zonas con alto valor ambiental.
	Cuando el proyecto se prevea localizarlo en alguna región terrestre prioritaria, se debe hacer del conocimiento de la autoridad ambiental competente.	La presa de jales propuesta no se localiza dentro de ninguna Región Terrestre Prioritaria.
5.1	Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, y utilización de cauces y zonas federales.	
5.1.1	Cambio de utilización en terrenos forestales.	
	El generador debe obtener la autorización por el cambio de utilización en terrenos forestales de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento.	De conformidad con la normatividad en materia de cambio de uso del suelo de terrenos forestales, la empresa ha solicitará a la Delegación de la SEMARNAT en Sonora, la autorización correspondiente para la superficie seleccionada como sitio de ubicación de la presa de jales.
5.1.2	Utilización de cauces y zonas federales.	
	De acuerdo con lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales.	La presa de jales propuesta no ocupa ningún cauce natural o zona federal.

II.1.4 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS

En la actualidad el área de beneficio de minerales operado por Bi Metals cuenta con los servicios necesarios para el desarrollo de sus operaciones. No obstante, por tratarse de una zona rural, el área del Proyecto no cuenta con servicios básicos tales como electrificación, alumbrado y disponibilidad de agua. Debido a ello, el Proyecto ha sido diseñado considerando la factibilidad de satisfacer sus requerimientos esenciales a partir de recursos, infraestructura y equipamiento propio proveniente y, de ser necesario, de facilidades provenientes de la Unidad Minera Piedras Verdes. Los principales aspectos de urbanización y servicios que serán requeridos para el adecuado funcionamiento del proyecto se describen en la Tabla II.4.

Tabla II.4. Principales aspectos de urbanización y servicios requeridos para el Proyecto.

CONDICIÓN URBANIZACIÓN	DESCRIPCIÓN REQUERIMIENTO DEL PROYECTO
Servicios básicos:	
Vías de acceso	La zona de Proyecto presenta un camino "principal" que da acceso al poblado Piedras Verdes. De este camino, se desprenden algunos caminos secundarios que conducen hacia el área de Proyecto. Todos estos accesos se encuentran en un estado transitable pero; por la naturaleza del Proyecto será necesario reubicar dos tramos de los mismos para que constituyan una vía directa de entrada al área de Proyecto. Una vez establecidos los caminos, sólo será necesario iniciar actividades de mantenimiento.
Agua potable	Los volúmenes de agua actualmente concesionados a la empresa son suficientes para cubrir las necesidades de agua durante sus actividades, se menciona esto a pesar de que el Proyecto no implica el uso de agua. Las necesidades de agua potable para consumo –durante las etapas de preparación del sitio y construcción- serán satisfechas a través de la adquisición de agua embotellada.
Energía eléctrica	Los requerimientos de energía serán satisfechos a través de la red eléctrica existente en las instalaciones de Bi Metals.
Transporte	Existe servicio de transporte a lo largo de la carretera estatal. Además, la empresa cuenta con servicio de transporte interno para los trabajadores.
Disponibilidad de combustibles	El combustible requerido será obtenido de los proveedores cercanos al área de Proyecto.
Servicios de apoyo:	
Disposición de residuos	La recolección, transporte y disposición de residuos de tipo municipal se realizará regularmente por la propia empresa. Los residuos peligrosos que se generen serán almacenados temporalmente para ser entregados periódicamente a una empresa autorizada en su traslado y depósito seguro.
Fuerza laboral	Se dará prioridad a la contratación regional de personal, es decir, de trabajadores provenientes de los poblados cercanos al área de Proyecto.
Servicio médico	Las instalaciones de Bi Metals cuentan con servicio médico dentro de sus instalaciones, que brinda atención básica y de emergencia a los trabajadores. Adicionalmente, todos los trabajadores contarán con el servicio médico del Instituto Mexicano del Seguro Social.
Hospedaje	Debido a la cercanía con los poblados de origen del personal, no se requerirá la construcción ni la habilitación de campamentos u áreas habitacionales.
Telecomunicaciones	Se utilizará la red de telecomunicaciones disponible para las instalaciones ya operativas de Bi Metals.

II.1.5 INVERSIÓN REQUERIDA

Se estima que para el desarrollo de las actividades del Proyecto, la inversión directa requerida asciende a USD $5,000,000.00 dólares americanos (Tabla II.5) que incluyen todos los elementos necesarios. Los costos aproximados se presentan a continuación:

Tabla II.5. Inversión requerida para el desarrollo del Proyecto Presa de Jales 2 Segunda Etapa.

CONCEPTO GENERAL	OBRA
Costos directos por la construcción de la presa de jales	Desmonte y Limpieza de sitio
	Despalme
	Preparación de Terreno (subrasante)
	Disposición de tepetate (roca de desecho)
	Inicio del trazo y preparación de suelo antes de colocar Liner
	Colocación de Liner de baja densidad (“Embalse”)
	Instalación de Liner de alta densidad (HDPE)
	Instalación de capa geotextil
	Construcción de drenajes
	Materiales para construcción (varios)
	Excavación de zanjas para anclaje
	Obras de control de agua superficial
	Instrumentación
Subtotal	
Costos directos asociados a bombeo y tuberías	Tubería de 8” de alta densidad (HDPE) para la nueva sección
	Tubería de 8” de alta densidad (HDPE) para la reubicación de la sección existente
	Nuevas bombas para limos (reacondicionamiento a las existentes)
	Tubería de 6” para reclamo de agua, nueva sección
	Bomba para reclamo de agua (reacondicionamiento de la existente)
Subtotal	
Costos Indirectos	QA/QC
	Topografía
	Alquiler de Oficinas pata el Proyectos (5 meses)
	Energía, Agua potable y Drenajes
	Carreteras temporales/Acceso al área de construcción
	Camino Vecinal y camino de acceso a Bi Metals
	EPCM
	Programa de barrenación para investigación geotécnica
	Flete de equipo/materiales
	Costos jurídicos (de Permisos)
	Adquisición de Tierras (Nuevo CUS)
Subtotal	
Contingencias	Gastos de contingencia (20 % del total de Costos Directos+ Costos Indirectos)

II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

El desarrollo del Proyecto requerirá como obra principal la conformación de la Segunda Etapa de la presa de jales, así como la apertura de dos tramos de camino, necesarios para conectar el área de Proyecto con los accesos existentes; de forma accesoria será necesario el establecimiento de obras de control de escorrentía y el mantenimiento y/o rehabilitación de los caminos existentes.

II.2.1 PRESA DE JALES

Debido a la ya mencionada necesidad de mantener la viabilidad operativa de la planta de flotación de Bi Metals, que se autorizó en años anteriores, se hace necesaria la ampliación de las superficies destinadas al depósito de jales. La presa de jales en su Segunda Etapa tendrá una capacidad de2.100 millones de m^3 y se estima una vida útil de 7 años.

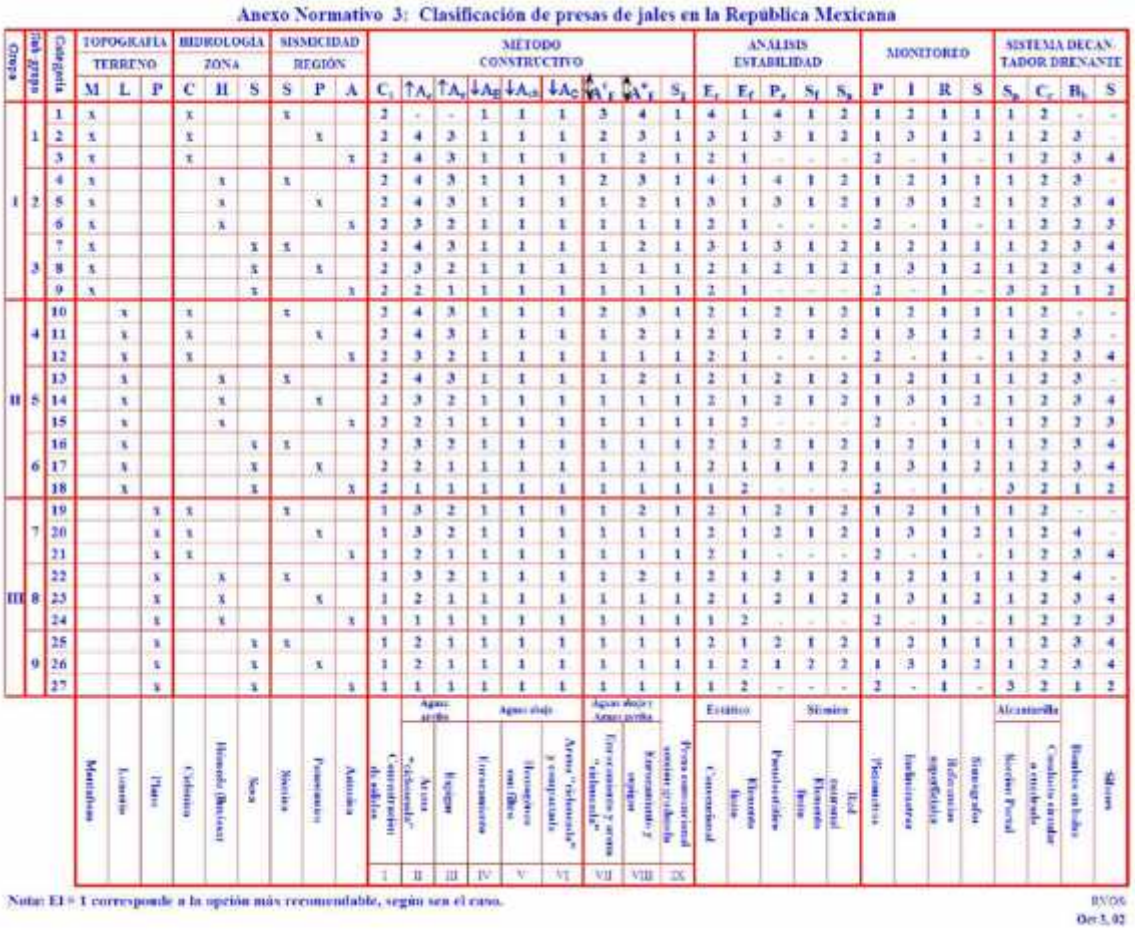
Las características de diseño de esta presa de jales, estarán determinadas por los criterios establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003.

Con base en la norma se identificó el sitio más adecuado para su desarrollo, el cual presenta una pendiente aproximada a 5 por ciento, por lo que cae en la categoría de terreno plano, con escurrimientos en dirección sur - norte a un promedio de altura sobre el nivel medio del mar de 220 m.

De acuerdo con los criterios establecidos por la norma, la presa de jales del Proyecto se clasifica dentro del Grupo III, Sub Grupo 8, Categoría 23 (Figura II.3). Para esta categoría se permiten varios métodos de construcción y diseño de cortinas, incluyendo en esencia todas las configuraciones de rellenos con tierra o roca y cortinas con enrocamiento.

En lo anterior se consideran además los siguientes aspectos:

- El sitio se encuentra en la región designada como zona penesísmica, donde los eventos sísmicos se caracterizan como probables, aunque no se registran frecuentemente.
- De acuerdo con la clasificación hidrológica el sitio se ubica en la región ciclónica.
- De acuerdo con la NOM-052-SEMARNAT-1993, los jales provenientes del beneficio de cobre están listados como peligrosos.
- Por su ubicación en un terreno plano dentro de la zona ciclónica, penesísmica y almacenamiento de un jal peligroso, las características de diseño hidráulicas de la Presa de Jales que contempla el Proyecto Presa de Jales 2 Segunda Etapa considera la máxima precipitación probable en 24 horas para un período de 100 años.



Anexo Normativo 3: Clasificación de presas de jales en la República Mexicana

Grado	Subgrado	Categoría	TOPOGRAFIA TERRENO			HIDROLOGIA ZONA			SISMICIDAD REGIÓN			METODO CONSTRUCTIVO										ANALISIS ESTABILIDAD					MONITOREO				SISTEMA DECANTADOR DRENANTE			
			M	L	P	C	H	S	S	P	A	C_1	$\uparrow A_c$	$\uparrow A_r$	$\downarrow A_E$	$\downarrow A_{cs}$	$\downarrow A_C$	$\uparrow A'_E$	$\uparrow A^*_E$	S_t	E_r	E_f	P_r	S_f	S_p	P	I	R	S	S_p	C_r	B_h	S
I	1	1	x			x			x			2	-	-	1	1	1	3	4	1	4	1	4	1	2	1	2	1	1	1	2	-	-
		2	x			x				x		2	4	3	1	1	1	2	3	1	3	1	3	1	2	1	3	1	2	1	2	3	-
		3	x			x					x	2	4	3	1	1	1	1	2	1	2	1	-	-	-	2	-	1	-	1	2	3	4
	2	4	x				x		x			2	4	3	1	1	1	2	3	1	4	1	4	1	2	1	2	1	1	1	2	3	-
		5	x				x			x		2	4	3	1	1	1	1	2	1	3	1	3	1	2	1	3	1	2	1	2	3	4
		6	x				x				x	2	3	2	1	1	1	1	1	1	2	1	-	-	-	2	-	1	-	1	2	2	3
	3	7	x					x	x			2	4	3	1	1	1	1	2	1	3	1	3	1	2	1	2	1	1	1	2	3	4
		8	x					x		x		2	3	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	3	1	2	1	2	3	4
		9	x					x			x	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-	-	-	2	-	1	-	3	2	1	2
II	4	10		x		x			x			2	4	3	1	1	1	2	3	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2	-	-
		11		x		x				x		2	4	3	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	3	1	2	1	2	3	-
		12		x		x					x	2	3	2	1	1	1	1	1	1	2	1	-	-	-	2	-	1	-	1	2	3	4
	5	13		x			x		x			2	4	3	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2	3	-
		14		x			x			x		2	3	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	3	1	2	1	2	3	4
		15		x			x				x	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-	-	-	2	-	1	-	1	2	2	3
	6	16		x				x	x			2	3	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2	3	4
		17		x				x		x		2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	3	1	2	1	2	3	4
		18		x				x			x	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-	-	-	2	-	1	-	3	2	1	2
III	7	19			x	x			x			1	3	2	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2	-	-
		20			x	x				x		1	3	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	3	1	2	1	2	4	-
		21			x	x					x	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-	-	-	2	-	1	-	1	2	3	4
	8	22			x		x		x			1	3	2	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2	4	-
		23			x		x			x		1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	3	1	2	1	2	3	4
		24			x		x				x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-	-	-	2	-	1	-	1	2	2	3
	9	25			x			x	x			1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2	3	4
		26			x			x		x		1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	3	1	2	1	2	3	4
		27			x			x			x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-	-	-	2	-	1	-	3	2	1	2

						Agua: arriba	Agua: abajo			Agua: abajo y Agua: arriba			Estático			Sísmico					Alcantarilla			
						Arena "colmatada" Centrifugada y/o sobre	Arena "colmatada"	Roca	Enrocamiento	Homogéneo con filtro	Homogéneo y compactado	Arena "colmatada" y compactada	Enrocamiento y arena "colmatada"	Enrocamiento y arena "colmatada"	Presa convencional aguas arriba	Convencional	Elevación fácil	Pseudoestático	Elevación fácil	Red convencional Elevación fácil	Piezométrico	Inclinómetros	Relación agua/precipitación	Topográfico	Acero Portal	Conducto circular corrugado	Bombeo en línea	Silicon
			Montañosa	Lomerío	Plano	Celosías	Hormigón (Bloques)	Seca	Noruega	Presa	Pantanosa	Aluvión	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX									

Nota: El = 1 corresponde a la opción más recomendable, según sea el caso.

BNDS
Oct 5, 02

Figura II.3. Criterios de clasificación de la presa de jales pretendida para el Proyecto.

De esta manera, se determinó desarrollar una presa de tipo aguas arriba con enrocamiento, que es el más apropiado dadas las condiciones existentes para el Proyecto y es susceptible de utilización considerando los lineamientos establecidos en la norma.

Los aspectos particulares considerados para la construcción incluyen:

a. El bordo inicial de la presa será un enrocamiento (cortina) y utilizará material producto de las actividades de la Unidad Minera Piedras Verdes. Se tratará y compactará la capa superficial de suelo del sitio. El bordo inicial contará además con una pendiente exterior general de 1-2 y un enrocamiento de 20 m.
b. Al crecer la altura del bordo para aumentar la capacidad de almacenamiento de la presa de jales se mantendrá el mismo ancho de corona y se cuidara la pendiente exterior, con esta medida contribuye a aumentar la estabilidad del propio bordo y –en etapas posteriores- a facilitar las labores de remediación al término de la vida del Proyecto.
c. La presa de jales contará con una tubería de poliuretano, que canalizará el agua que se haya separado de los jales una vez que se precipiten; el agua será bombeada hacia un

tanque en donde será combinada con el agua proveniente de los espesadores, para después reutilizarse en el proceso de flotación realizado en la planta.

d. Conforme al cálculo establecido en la norma y dadas las condiciones existentes, no se presenta susceptibilidad de contaminación del agua subterránea (VAq = 0.21 menor a 0.25)

II.2.2 CAMINOS

En los alrededores de la Planta de Flotación se cuenta con caminos de terracería para el acceso a la zona de Proyecto, el camino de mayor tamaño parte de un entronque que cruza con la carretera de acceso hacia el poblado de Piedras Verdes. Dos tramos de este camino serán reubicados ya que la presa de jales ocupará parte del área por donde cruza el trazo actual del camino.

Otros caminos menores que llevan hacia la zona de Proyecto son parte de la red de caminos internos de la Unidad Minera Piedras Verdes. Para garantizar el buen estado de estos caminos, Bi Metals México S. de R.L. de C.V. y Cobre del Mayo S.A. de C.V., llevan a cabo actividades de mantenimiento periódico, lo cual hace que los caminos sean aptos para el tránsito de vehículos ligeros y –de ser necesario- soportar vehículos pesados. Todos los caminos se encuentran en buen estado por lo que sólo se continuará con las actividades de mantenimiento de los mismos.

Tanto la construcción de los tramos de camino, como el mantenimiento de los existentes, se requerirá de:

- **Maquinaria pesada (un tractor tipo oruga y motoconformadoras y motosierra**- Utilizadas para llevar a cabo –de forma simultanea- el desmonte y despalme (retirar la capa de suelo fértil).
- **Motoniveladoras**- Será necesaria para eliminar residuos (rocas y escombros que puedan caer durante el transporte de material) y la reparación de posibles daños causados por las inclemencias del tiempo además de los ocasionados por el esfuerzo de acarreo constante. Se emplearán niveladoras CAT-16M para mantenerse en óptimo estado el camino. Cabe señalar que estas máquinas no se usarán exclusivamente en el área del Proyecto, sino que se trata de la maquinaria empleada en las actividades generales de mantenimiento de caminos que la empresa realiza.
- **Pipas de agua**- Estos camiones operarán para mantener los niveles de polvo al mínimo (mediante el riego) con el fin de mejorar la seguridad y productividad (mediante la mejora de la visibilidad y la reducción de la exposición al polvo) y reducir el impacto ambiental.

Al igual que con las motoniveladoras, la pipa de agua es utilizada para el riego de todos los caminos en el área de trabajo de Bi Metals.

II.2.3 DIMENSIONES DEL PROYECTO

El Proyecto contempla en esta fase, una superficie de 32.2928 hectáreas (ha) para la presa de jales. Estas obras representan una parte de la superficie total de 72.5619; de este total de superficie se solicita ante las autoridades correspondientes –mediante la presentación de esta

MIA-P- la autorización de impacto ambiental que corresponden a los sitios de ubicación de nuevos caminos y la presa de jales.

II.2.4 REPRESENTACIÓN GRÁFICA REGIONAL Y LOCAL

Se planea que el Proyecto ocupe terrenos desocupados, adyacentes a la Planta de Flotación de Bi Metals. Estos terrenos se encuentran en el Municipio de Álamos, Estado de Sonora, la distancia aproximada a las ciudades de Navojoa y Ciudad Obregón es de 95 km (en línea recta); la cabecera Municipal –Álamos- se localiza a unos 15 km de distancia. Ocupan parte del Ejido de Piedras verdes y de los predios de El Chirahual y Los Bojorquez.

Localmente, los poblados más cercanos son Nuevo Piedras Verdes y San José del Tábelo (Figuras II.4 y II.6). Cerca del 75 % de los trabajadores con los que cuenta la empresa procede de estas poblaciones (incluyendo Navojoa y Álamos).



Figura II.4. Representación gráfica regional (Macrolocalización).

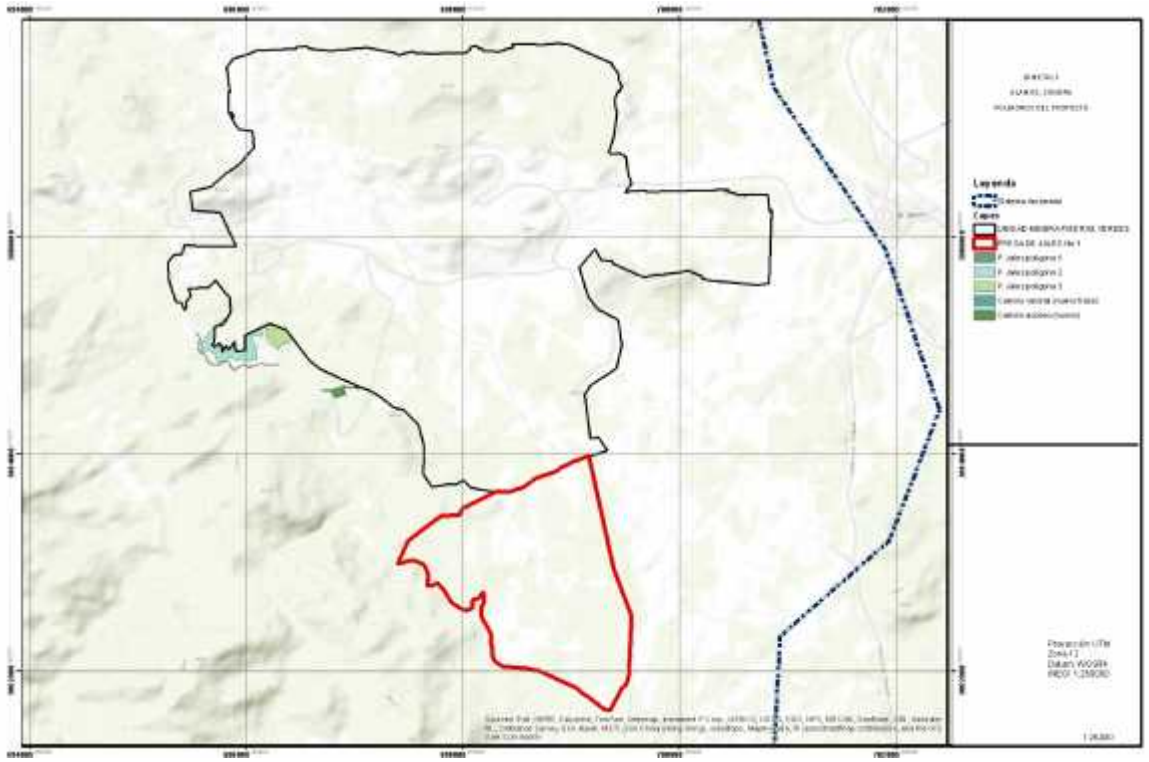


Figura II.5. Representación gráfica local (Microlocalización).

II.2.5 PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

II.2.5.1 PREPARACIÓN DE SITIO

La preparación del sitio involucra tres tipos de actividades particulares:

(i) Identificación, rescate y relocalización de flora y fauna;
(ii) Desmonte y despalme;
(iii) Remoción y recuperación de suelo fértil (nivelación y compactación del terreno).

Mientras que la etapa de construcción se refiere a las actividades propias al desarrollo.

IDENTIFICACIÓN, RESCATE Y REUBICACIÓN DE INDIVIDUOS DE FLORA Y FAUNA

La primera intervención que se realizará en las áreas que ocupará el Proyecto consiste en la ejecución, en caso de ser necesario, del rescate de los individuos de flora y fauna que se encuentren presentes en cada sitio.

Dichas actividades se aplicarán –en el caso de la vegetación- para cualquier individuo de flora que pertenezca a especies que se encuentren dentro de alguna categoría de riesgo en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 o que tengan importancia cultural y/o comercial para las comunidades cercanas; en el caso de las especies de fauna, el rescate y reubicación se llevará a cabo con todos los ejemplares que se encuentren en el sitio independientemente de su condición de vulnerabilidad.

Todas las acciones se registrarán y documentarán en bitácoras de trabajo que permitan la posterior formulación de los reportes que sean requeridos por la autoridad ambiental.

Los objetivos de estas actividades consisten en:

- Prevenir la disminución de las poblaciones de especies de flora y fauna silvestres consideradas en riesgo o vulnerables.
- Evitar la mortandad de individuos de fauna silvestre.
- Contribuir a la rehabilitación de áreas deterioradas por el proyecto, mediante el trasplante de ejemplares de las especies vegetales rescatadas.

En general, estas actividades de rescate iniciarán con recorridos a pie en toda el área de Proyecto, estos recorridos se hacen con el propósito de identificar y localizar a los individuos de las especies que se encuentren presentes, además de evaluar su rescate, traslado o trasplante hacia áreas aledañas que no serán afectadas y que posean características similares al sitio de donde provienen. Para ello, la empresa contratará personal especializado y capacitará brigadas en el manejo de las especies.

Como ya se mencionó, para las especies vegetales se procurará la recuperación de ejemplares susceptibles de rescate pertenecientes a especies catalogadas en alguna categoría de riesgo por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, para su traslado a las áreas adyacentes

de vegetación natural que no serán afectadas. Sólo podrán ser rescatados los individuos que presenten dimensiones idóneas para el traslado exitoso a otras áreas.

Los elementos arbóreos no serán rescatados, las especies pertenecientes al estrato arbóreo serán consideradas dentro de los programas de producción en vivero y reforestación que Bi Metals tiene considerados al cierre de sus actividades.

Respecto a la fauna, previo a cualquier intervención física sobre el terreno, se aplicarán técnicas de ahuyentamiento y rescate de los ejemplares de vertebrados terrestres presentes en el sitio, con especial atención de los pertenecientes a especies consideradas en riesgo por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Posteriormente, los individuos se liberarán en áreas naturales colindantes que no serán perturbadas.

Es importante que destacar que para la fauna se aplicarán preferentemente técnicas de disuasión de presencia (ahuyentamiento); el rescate se reservará a los ejemplares de lento desplazamiento o individuos que no puedan desplazarse autónomamente, así como en el caso de huevos y crías en nidos o madrigueras activas.

DESMONTE Y DESPALME

Para la preparación y acondicionamiento del sitio se realizará el desmonte en la totalidad del área considerada por el Proyecto (72.5619 ha); la vegetación que será afectada por el desmonte en las áreas de trabajo corresponde a Selva Baja Caducifolia. Como ya se mencionó, este retiro de vegetación se realizará en las áreas necesarias para las obras que contempla el Proyecto.

En todas las áreas que serán desmontadas los trabajos se realizarán de manera gradual, de modo que se permita el desplazamiento autónomo de los individuos de fauna que aún se encuentren presentes en las áreas de trabajo, aunque no se prevén impactos severos en ese sentido.

Las áreas de desmonte serán previamente delimitadas y se mantendrá una supervisión permanente de los contratistas, a efecto de evitar la afectación de áreas adicionales a las requeridas por el proyecto.

Para el desmonte se ocupará mayoritariamente maquinaria pesada. Es importante destacar que no se emplearán técnicas de quema, uso de herbicidas o productos químicos.

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

El despalme (retiro de la capa fértil de suelo) se realizará en toda la superficie de cambio de uso de suelo, simultáneamente al desmonte. El Proyecto considera la recuperación y conservación del suelo fértil, de los sitios en que ello sea factible, para emplearlo en las labores de restauración final del sitio.

NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN

Como parte de los trabajos de preparación del sitio, se nivelarán las áreas de caminos y de ñ presa de jales que así lo requieran. Dicha nivelación y la compactación se realizará con tractores.

II.2.5.2 CONSTRUCCIÓN

PRESA DE JALES

Como se ha mencionado, parte del Proyecto Presa de Jales 2 Segunda Etapa lo constituye la conformación de una nueva presa de jales necesaria para el correcto funcionamiento de las actividades de Bi Metals en la zona.

Para la construcción de esta obra, se tendrán en cuenta las disposiciones generales de la Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003 en cada una de sus etapas, los criterios y disposiciones de la citada Norma y que están relacionadas con la etapa de construcción se presentan en la Tabla II.6.

Tabla II.6. Criterios de la Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003 (presa de jales) relativas a las etapas de construcción y operación.

NO.	DISPOSICIÓN	OBSERVACIONES
5.2	Caracterización del jal.	
5.2.1	Aplicar la prueba de extracción de los constituyentes tóxicos, de acuerdo con el método de prueba para realizar la extracción de metales y metaloides en jales, con agua en equilibrio con CO2 (véanse Anexos Normativos 1 y 5). Si la concentración en el extracto de uno o varios de los elementos listados en la Tabla referente a los constituyentes tóxicos en el extracto PECT de la NOM-052-SEMARNAT-1993 o la que la sustituya, es superior a los límites permisibles señalados en la misma, los jales son peligrosos por su toxicidad.	Se realizan las pruebas concernientes, al momento los resultados indican que los jales pueden ser peligrosos por su toxicidad.
5.2.2	Para determinar si los jales son generadores potenciales de ácido, se debe aplicar la prueba modificada de balance ácido base (véanse Anexos Normativos 1 y 5). En caso de que la relación Potencial de Neutralización (PN)/Potencial Acido (PA) sea menor a 1.2, se consideran generadores potenciales de ácido.	Los jales se consideran generadores potenciales de ácido, por lo que se tomaran las medidas pertinentes.
5.4	Criterios de preparación del sitio.	
Si de acuerdo a los estudios de caracterización del sitio se encuentran elementos ambientales vulnerables o susceptibles de daño por el depósito de jales, se debe preparar el sitio para evitar o mitigar el daño sobre los elementos identificados; para lo anterior, se debe proceder de la siguiente manera:		
5.4.1	La preparación del sitio no considera elementos de control de la contaminación de acuíferos cuando el jal resulte no peligroso, y a) El acuífero no sea vulnerable, o b) Las fuentes de abastecimiento de agua subterránea se localicen más allá de 500 metros del perímetro de la presa colmada, o c) El jal no altere negativamente la calidad del agua subterránea en cuanto a las especificaciones para su uso.	No aplica ya que el jal se considera como peligroso.
5.4.2	La preparación del sitio de la presa de jales debe incluir medidas de prevención o control a la contaminación, a través de obras de ingeniería complementarias que acrediten técnicamente que no se afectará a los acuíferos o a los aprovechamientos hidráulicos subterráneos cuando: a) Exista un acuífero vulnerable de acuerdo con la evaluación del Anexo Normativo 2; b) El jal sea peligroso, o c) Existan aprovechamientos hidráulicos subterráneos dentro de una franja de 500 metros alrededor del perímetro de la presa colmada.	Se consideran las medidas de control, específicamente porque los jales por definición se consideran peligrosos.
5.4.3	Cuando el agua de la presa de jales se recircule al proceso de beneficio, debe evitarse que entre en contacto con los cuerpos naturales de agua superficiales.	El sistema es cero descargas.
5.4.4	Las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo que se localicen en el área del proyecto deben ser protegidas mediante programas o acciones encaminadas a su reubicación, salvamento o enriquecimiento mediante viveros y criaderos, conforme lo establece la Ley General de Vida Silvestre y apegándose a la normatividad de referencia.	
5.4.4.1	Identificar previamente a las actividades de desmonte, las especies arbóreas que se	Se realizaron los estudios correspondientes.

	conservarán in situ o se integren al diseño de áreas verdes, así como, especies biológicas de especial interés como cactus, bromelias y orquídeas, entre otras, susceptibles de trasplante, y aquéllas con algún tipo de valor regional o biológico.	
5.4.4.2	Definir y ubicar superficies cercanas al área de afectación con dimensiones y condiciones ambientales que permitan reubicar, trasplantar, reforestar y proteger el germoplasma nativo en una proporción de especies similar a la original.	Se tomaron en cuenta las disposiciones mencionadas en la Norma y se llevarán a cabo mediante las adecuaciones (ajustes de acuerdo con el Proyecto) pertinentes.
5.4.4.3	Realizar las labores de reubicación, trasplante y monitoreo con métodos que garanticen su sobrevivencia.	
5.4.4.4	El desmonte y despalme se deben realizar en forma gradual y unidireccional para permitir el desplazamiento de la fauna hacia zonas menos perturbadas.	
5.4.4.5	Definir y señalar las zonas en que se mantendrá la vegetación rescatada.	
5.4.5	Cuando la capa de suelo sea retirada para preservar el germoplasma, y utilizarse para forestar o restituir la cubierta vegetal, el sitio de almacenamiento temporal del suelo rescatado deberá contar con medidas de protección que eviten pérdidas por erosión eólica o pluvial.	
5.4.6	Debe asegurarse que el sitio seleccionado sea capaz de soportar y almacenar el volumen de jales proyectado.	La planeación, criterios técnicos y estudios previos a la implementación del Proyecto sustentan la aptitud del sitio para albergar la presa de jales proyectada.
5.4.7	Los estudios, proyectos de ingeniería y demás información técnica o científica utilizada para definir las actividades de preparación, así como la evidencia de su cumplimiento, debe mantenerse clasificada y disponible para que la autoridad verifique su existencia y contenido en el momento que lo considere necesario.	Se dará cumplimiento con esta Disposición.
5.5	Criterios de proyecto.	
En el proyecto de una presa de jales deben considerarse los siguientes factores:		
5.5.1	Estimar el volumen de almacenamiento, utilizando el método de las áreas medias y la vida útil del depósito, considerando la clasificación por tamaño y peso volumétrico de los jales.	Para el diseño se consideraron todos los aspectos indicados en la NOM.
5.5.2	La sección propuesta de la cortina contenedora debe cumplir con los análisis de estabilidad indicados en el Anexo Normativo 3 de esta Norma.	
5.5.3	El manejo de los escurrimientos superficiales se debe proyectar de tal manera que cumpla con los métodos establecidos en el Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y/o los Manuales equivalentes de la Comisión Nacional del Agua (CNA).	
5.5.4	Los sistemas de recuperación deben contemplar los escurrimientos pluviales que aportan carga hidráulica causada por la precipitación máxima probable, estimada de acuerdo al Manual de Diseño de Obras Civiles de la CFE.	
5.5.5	La cortina contenedora de la presa de jales se debe formar por suelos y materiales definidos según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (Anexo Normativo 4) o con fragmentos de roca. El procedimiento constructivo será el indicado en el Anexo Normativo 3 de esta Norma. Los números utilizados en el Anexo Normativo 3 representan los criterios de aplicación para cada método constructivo y su interpretación se indica en la Tabla 3.	

5.5.6	En el caso de la derivación del curso de los escurrimientos en donde se construye una presa de jales, se deben considerar: a) Obras de retención y derivación de los escurrimientos normales y extremos, desde aguas arriba de la zona de almacenamiento de jales, por medio de canales o túneles de derivación, como obras de excedencias que deben calcularse para recibir la avenida del proyecto y construirse para resistir fallas, en caso de inundación. b) El escurrimiento generado por la tormenta de diseño puede derivarse por debajo de la cortina de la presa, a través de un túnel de concreto reforzado, con base en la avenida de diseño.	
5.5.7	El proyecto de la presa de jales debe contemplar sistemas de recuperación del agua para su recirculación al proceso o las medidas de tratamiento para su descarga a cuerpos receptores y bienes nacional de acuerdo a la normatividad aplicable.	
5.6	Criterios de construcción-operación.	
5.6.1	En la construcción y operación de la presa de jales se debe evitar la degradación de la calidad del agua subterránea y la afectación a las fuentes de abastecimiento subterráneas, de acuerdo a lo establecido en 5.4.2.	
5.6.2	Para obtener un buen contacto entre la base de la cortina contenedora y la superficie del terreno natural, se debe realizar una excavación de limpia para eliminar toda la materia vegetal, suelos y/o fragmentos de roca sueltos en el área de cimentación de la misma.	
5.6.3	Los defectos que se encuentren en el área de desplante de la cortina contenedora o del bordo iniciador, tales como arcillas agrietadas, grietas abiertas en la roca, depósitos de materiales de derrumbe incrustados y suelos permeables, deben corregirse o mejorarse, retirando los materiales sueltos y frágiles, y sellando las grietas abiertas para evitar la tubificación debajo de la cortina contenedora o del bordo iniciador.	
5.6.4	Cuando la cortina contenedora o el bordo iniciador se desplante sobre una superficie rocosa inclinada, que tiende a ser lisa, se debe excavar un dentellón para anclarlos.	
5.6.5	La conformación del cuerpo de la cortina contenedora se debe realizar verificando que la distribución y colocación de los materiales en el terraplén de la misma se efectúe de acuerdo a las condiciones especificadas en el proyecto. Para la colocación de los materiales debe alcanzarse el grado de compactación y humedad que se estipulen en cada proyecto en particular.	Para el diseño se consideraron todos los aspectos aplicables indicados en la NOM.
5.6.6	La construcción de los elementos y obras complementarias se deben realizar considerando pendientes superficiales apropiadas para asegurar un buen manejo del agua superficial.	
5.6.7	Cuando el envío de los jales a la presa se realice por gravedad a través de canales o conductos abiertos, se debe asegurar que no habrá derrames e infiltraciones. En este caso se deben colocar avisos de advertencia ubicados en forma apropiada a las condiciones de topografía y visibilidad del sitio.	
5.6.8	En el caso del método constructivo aguas arriba, la distribución de los jales sobre la cortina contenedora debe iniciarse por la parte interior del talud de la cortina, para permitir que los sólidos más gruesos se depositen en la parte más cercana a ésta y los más finos en la parte más alejada de la misma. De esta manera, se debe garantizar la formación del estanque alejado de la cortina, evitando la saturación en el talud exterior	

	de la misma y favoreciendo el sellado del vaso del depósito con los finos de los jales.
5.6.9	Los primeros jales depositados deben retenerse para que el agua contenida en ellos se clarifique y se pueda extraer para su posterior reutilización mediante alguno de los métodos establecidos en el Anexo Normativo 3 de la presente Norma Oficial Mexicana.
5.6.10	Los jales se pueden utilizar en la construcción de la cortina contenedora, siempre y cuando su contenido de arenas mayores a 76 µm (malla 200) sea igual o mayor a 15% y su contenido de sólidos sea igual o mayor a 50%; en caso de ser generadores potenciales de drenaje ácido, de acuerdo a los criterios del punto 5.2.2, su uso está supeditado a la aplicación de un método de estabilización química o por cubierta de material de préstamo.
5.6.11	De acuerdo con el método seleccionado para su construcción y en apego a lo establecido en 5.5.5 de esta Norma, la cortina contenedora se debe formar paulatinamente y como resultado del depósito de jales en la presa.
5.6.12	El vaso de almacenamiento debe tener el área suficiente para permitir la clarificación del agua contenida en los jales, para facilitar la extracción de la misma ya clarificada a través de las tomas del depósito o de las torres decantadoras. Se debe dejar la playa amplia con el nivel del agua alejado del talud, de tal manera que la longitud de la misma sea igual o mayor a la altura de la cortina, o se demuestre técnicamente que la cortina contenedora es estable. Debe consultarse el Anexo Normativo 3, en lo relativo al sistema decantador drenante.
5.6.13	El vaso de almacenamiento debe tener una capacidad suficiente para mantener un bordo libre (BL) de 3 metros en zonas ciclónicas, 2 metros en zonas húmedas y 1 metro en zonas secas.
5.6.14	El agua clarificada que se recupere se debe conducir hasta las piletas o tanques de asentamiento, donde se retienen los sólidos que hayan sido arrastrados, para enviar el agua recuperada al cárcamo de bombeo que la retorne nuevamente al proceso de beneficio.
5.6.15	Según el método constructivo que sea utilizado, se deben llevar a cabo las acciones necesarias para evitar que la cortina contenedora del depósito se convierta en una fuente de emisión de partículas a la atmósfera, de acuerdo a 5.7.1 a), 5.7.2.1. y 5.7.4.
5.6.16	Los estudios, planos y demás información técnica o científica utilizada para definir las actividades de construcción, así como la evidencia de su cumplimiento, debe mantenerse clasificada y disponible para que la autoridad verifique su existencia y contenido, en el momento que lo considere necesario.

CAMINOS

Para la apertura de los dos trechos de camino, tras el desmonte y despalme en el área de trazo, se procederá a hacer una nivelación y compactación mediante el uso de maquinaria pesada.

Respecto a los caminos ya existentes y que mantendrán en uso, las actividades a implementar se refieren al mantenimiento de los mismos. El mantenimiento considera –de ser necesario- la nivelación de acuerdo a lo establecido en el diseño de los caminos.

Es importante destacar que durante la etapa de construcción del Proyecto, en todo momento se tendrá especial cuidado en realizar la menor cantidad de cortes al terreno natural para evitar la generación de áreas descubiertas de manera innecesaria. Una de las metas principales será la realización de la afectación estrictamente necesaria de la superficie del terreno, dejando las áreas circundantes a las instalaciones con vegetación natural.

II.2.6 DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES DEL PROYECTO

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

II.2.7 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Los sitios programados para la ubicación de los nuevos tramos de camino y la presa de jales requerirán de preparación del terreno -eliminación de la vegetación existente y retiro de la capa fértil de suelo-; para la presa de jales también será necesario la impermeabilización del sitio y en caso de ser necesario, se realizará una nivelación preparatoria para mejorar la estabilidad del sitio.

Los criterios básicos de construcción de la presa de jales fueron mencionados en la Tabla II.6. De forma básica se tiene que la base de la presa de jales estará compactada y con preparación especial para prevenir contaminación del agua subterránea, además de una cortina con enrocamiento especialmente diseñada para contener el material y evitar el flujo de residuos.

La presa de jales recibirá los jales procedentes de la planta de flotación (ya autorizada y en funcionamiento), una vez obtenido el concentrado de cobre. Los jales se bombearán a través de una tubería de poliuretano de alta densidad, desde la planta de flotación hacia la presa de jales.

Es importante destacar que se instalarán piezómetros de agua en bordos que permitirán conocer la cercanía de la línea del agua intrínseca en el cuerpo de la presa, con lo que se determinará qué tan seguro es el bordo, correlacionado con la línea del vaso de agua de la presa, de manera que no se pueda romper por saturación de agua.

El agua clarificada, que se recupere de la presa de jales, se conducirá hasta una pileta de asentamiento, para enviar el agua recuperada a un cárcamo de bombeo que la retorne nuevamente al proceso de beneficio.

Para verificar el adecuado funcionamiento de la presa, se contará con dos pozos de monitoreo, uno ubicado aguas arriba de la presa y otro aguas abajo. Este último deberá colocarse a una distancia máxima de 1.5 veces del ancho de la cortina contenedora en dirección perpendicular al flujo subterráneo local.

Los criterios de operación establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003 bajo los cuales operará la presa de jales propuesta ya han sido mencionados en la Tabla II.6.

II.2.7.1 ÁREA AFECTADA

El área total de ocupación por parte de la presa de jales en su Segunda Etapa será de 32.2928 ha.

II.2.8 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

Las actividades a considerar dentro de la etapa de abandono serán adicionadas al Plan de Cierre y Restauración de la empresa para la Planta de Flotación de Bi Metals. En la fase de **cierre y restauración** se realizará el retiro de maquinaria y equipo, la limpieza de terreno y la corrección topográfica del sitio, así como la restitución del suelo y vegetación en aquellas áreas que así lo permitan.

Las disposiciones de la NOM-141-SEMARNAT-2003 que se toman en cuenta para el cierre (etapa post-operación) de la presa de jales se sintetizan en la Tabla II.7.

Tabla II.7. Criterios de Post-Operación de la Presa de Jales propuestos en la NOM-141-SEMARNAT-2003.

NUMERO	DISPOSICIÓN	OBSERVACIONES
5.7	**Criterios de post-operación.**	
5.7.1	Una vez que el depósito de jales llegue al final de su vida útil, se deben implementar medidas que aseguren que: **a)** No se emitan partículas sólidas a la atmósfera como producto de la pérdida de humedad de la superficie de la presa de jales o del talud de la cortina contenedora, entre otras; **b)** No se formen escurrimientos que afecten a cuerpos de agua superficiales y subterráneos. **c)** No falle la presa de jales.	
5.7.2	Cuando los jales sean generadores potenciales de ácido se debe cumplir con los siguientes aspectos:	
5.7.2.1	Cubrir con un material mineral o con agua, para evitar la formación de drenaje ácido del jal, cuidando de no solubilizar otros elementos tóxicos. También se podrán utilizar otros materiales que impidan la acidificación.	
5.7.2.2	No se deben utilizar especies vegetales que promuevan la acidificación del sustrato.	Se tomaron en cuenta las disposiciones mencionadas en la Norma y se llevarán a cabo mediante las adecuaciones (ajustes de acuerdo con el Proyecto) pertinentes.
5.7.2.3	Cuando no sea pertinente establecer medidas que eviten la formación de drenaje ácido, se deben establecer medidas de tratamiento del mismo para evitar daños en cuerpos de agua, suelos y sedimentos, ya sea por su acidez o por contaminación con elementos tóxicos.	
5.7.3	El cubrir con agua los jales para evitar el drenaje ácido, sólo se permite cuando el depósito cumpla con las especificaciones de proyecto y construcción de presas para almacenamiento de agua.	
5.7.4	La superficie del depósito debe ser cubierta con el suelo recuperado, de ser el caso, o con materiales que permitan la fijación de especies vegetales.	
5.7.5	Las especies vegetales que se utilicen para cubrir el depósito deben ser originarias de la región, para garantizar la sucesión y permanencia con un mínimo de conservación.	
5.7.6	Cuando sea necesario, los taludes de la cortina contenedora deben ser ajustados para dar una inclinación que garantice la estabilidad estática y dinámica de la misma.	

Adicionalmente, como ya se mencionó, esta fase se incorporará al Plan de Cierre y Restauración considerado para todas las operaciones de Bi Metals.

El objetivo de este Plan de Cierre consiste en garantizar una adecuada clausura de las instalaciones y la restitución de las áreas afectadas. A través de las actividades de restauración previstas se busca rehabilitar las condiciones edáficas y topográficas del sitio, como punto de partida para el establecimiento de vegetación.

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

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

Para el presente Proyecto, el programa considerará las siguientes metas:

- Restauración y revegetación progresiva de las áreas perturbadas sin uso futuro.
- Estabilización física del terreno.
- Retiro de maquinaria y equipo fuera del área.
- Monitoreo y evaluación.

II.2.9 PROGRAMA DE TRABAJO

Las actividades generales que se consideran en el Proyecto se desarrollarán de conformidad con el plan de trabajo indicado en la Tabla II.8.

Tabla II.8. Cronograma de actividades para el Proyecto por semestre.

Etapa	Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Preparación del sitio	Localización de las áreas de desmonte y de conservación															
	Rescate y reubicación de flora y fauna															
	Desmonte en el área autorizada															
	Despalme en el área autorizada															
	Limpieza del terreno															
Construcción	Construcción/rehabilitación de caminos															
	Trabajos de excavación, compactación y conformación del terreno															
	Construcción del proyecto															
Operación	Dopositación de jales															
Abandono	Desmantelamiento de las instalaciones															
	Reforestación															
	Rehabilitación															

II.2.10 GENERACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA

La secuencia de trabajo conlleva una serie de actividades que por sí mismas generan residuos de diferentes tipos (sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos). Es importante mencionar que –con excepción de los jales que se generan a partir de actividades de flotación y que serán dispuestos en la presa de jales motivo de este documento- los residuos que se van a generar durante el Proyecto son residuos sólidos urbanos, conocidos como basura común, derivados de las actividades relacionadas al consumo humano. Estos serán manejados considerando la prevención de efectos adversos al ambiente en todo momento.

Los residuos líquidos y de emisiones a generar pertenecen, en su mayoría, al grupo de los residuos de tipo no peligroso, los cuales son susceptibles de control.

En menor proporción serían generados residuos clasificados como peligrosos, consistentes en aceites lubricantes usados y solventes, mismos que serán dispuestos conforme a la normatividad aplicable en materia de manejo de residuos peligrosos.

Todos los residuos de aceites gastados, así como solventes, serán manejados, separados y enviados al almacén temporal de residuos peligrosos por un periodo no máximo de 30 días , para posteriormente darles una disposición final a través de una empresa certificada para realizar dicha actividad.

En materia de emisiones a la atmósfera, las actividades podrán generar emisiones de diferentes tipos, aunque éstas son de carácter puntual, como partículas (polvo), gases (escapes de vehículos) y ruidos. Normalmente están conformadas por:

a) **Emisiones particuladas.** Es el polvo o partículas sólidas totales (PST) emitidas por la disgregación de las rocas durante algunas de las actividades.
b) **Gases.** Emisiones de gases de combustión procedentes de los vehículos, equipo y maquinaria utilizada en las actividades. Los gases generados son los ligados a la combustión de hidrocarburos (gasolinas, diésel).
c) **Ruido.** En materia de emisión de ruido, en la realización del Proyecto se puede identificar las siguientes fuentes emisoras:
   - Uso de maquinaria y equipos para bombeo de agua desde la presa hacia la Planta de Flotación, mismas que producen ruidos continuos.
   - Tráfico de vehículos utilizados en la carga y transporte de roca y arcillas.

La maquinaria pesada genera un nivel sonoro entre 93-96 dB; para minimizarlo será necesario dar mantenimiento adecuado e instalación de mofles así como silenciadores.

El equipo de transporte genera entre 84-93 dB y requerirá de mantenimiento adecuado y verificar que cuenten con mofle y silenciador. Para prevenir daños auditivos al personal se le dotará con equipo de protección.

Las emisiones de gases producidas por la operación de vehículos y maquinaria, se generarán mayoritariamente en las etapas de preparación del sitio y construcción.

Para controlar las emisiones atmosféricas y de ruido durante el desarrollo de las actividades propuestas se aplicarán medidas de prevención y mitigación para reducir el impacto generado por las actividades.

II.2.11 RESIDUOS

Los residuos generados por las actividades del Proyecto son diversos, además de los mencionados en la sección II.2.11 se tienen los residuos sólidos; éstos pertenecen, en su mayoría, al grupo de los residuos de tipo no peligroso, los cuales son susceptibles de control. En menor proporción serían generados residuos clasificados como peligrosos, consistentes en objetos

impregnados de aceites lubricantes usados como trapos, estopas impregnadas y filtros de aceite, mismos que serán dispuestos conforme a la normatividad aplicable.

A continuación se lista el tipo de residuos sólidos que serán generados:

- Todos los residuos sólidos derivados del uso de aceites -como trapos impregnados, tierra impregnada o similares, así como los objetos derivados del uso de solventes- serán manejados, separados y enviados para su disposición final conforme a la normatividad aplicable en la materia de residuos peligrosos.
- Residuos de alimentos y basura generada por los trabajadores -que consiste normalmente en envolturas, envases y restos de alimentos- serán dispuestos en contenedores, concentrándolos y enviándolos al tiradero municipal.
- Los propios jales son considerados como un residuo de la actividad minera.

II.2.11.1 INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y LA DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS

El manejo de residuos líquidos y sólidos (tanto peligros como no peligrosos) se realizará en estricto apego a la normatividad. Bi Metals cuenta con un programa interno para el manejo adecuado de los residuos sólidos que se generan en las diferentes áreas; el presente Proyecto se integrará a este programa interno de manejo y disposición de residuos. Considerando las cantidades de residuos a generar por el Proyecto, su manejo inicial se realizará en el almacén temporal que posee Bi Metals, de donde serán enviados al sitio de disposición final:

- 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 almacenarán y posteriormente se entregarán a una empresa contratista para su transporte hasta los centros de acopio.
  - Los residuos orgánicos se separarán y utilizarán para formar composta.
  - Los residuos no reutilizables se disponen en el sitio autorizado por el municipio.
- 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 que se contratará para su traslado al sitio de disposición final.

A continuación se presentan los tipos de residuos generados durante las primeras etapas del Proyecto y sus medidas de manejo:

Tabla II.9. Tipos de residuos generados en el Proyecto y su manejo

ETAPA / ACCIONES	TIPOS DE RESIDUOS			MANEJO
	Sólidos urbanos	Manejo especial	Peligrosos	
PREPARACION DEL SITIO	⎩ Residuos de Materia Vegetal ⎩ PET ⎩ Aluminio ⎩ Residuos Varios (envolturas-unicel-papel-etc.)			En relación a los residuos de materia vegetal estos se incorporarán al suelo vegetal rescatado. Sobre el PET y el aluminio serán separados para posteriormente darles un aprovechamiento comercial (en centros de acopio). Los residuos varios se dispondrán para disposición final en donde la autoridad municipal determine.
OPERACIÓN	⎩ Residuos de Materia Vegetal ⎩ PET ⎩ Aluminio ⎩ Residuos Varios (envolturas-unicel-papel-etc.)		⎩ Estopas y Trapos impregnados de hidrocarburos y aceites. ⎩ Objetos derivados del uso de solventes	La materia vegetal se incorporará nuevamente al sistema ambiental, y los residuos de PET y aluminio se les dará un aprovechamiento comercial y los residuos varios se dispondrán donde la autoridad municipal determine. En el caso de los residuos peligrosos estos se almacenaran en tambos metálicos debidamente identificados con el tipo de residuos, posteriormente se llevarán al almacén temporal de residuos peligrosos para su disposición final de manera correcta.

Las características de almacenamiento y destino de los principales tipos de residuos peligrosos que se generarán a partir de actividades del 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
Aceite industrial para automotores (usado)	Tóxico	Mantenimiento y servicio de vehículos, maquinaria y equipo generador de energía (construcción, operación y mantenimiento)
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)
Empaques y embalajes de sustancias	Tóxicos; corrosivos	Mantenimiento y servicio de vehículos, taller (operación)

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

ANTECEDENTES

El estado de Sonora se caracteriza por ser un importante productor de recursos mineros, considerándose un motor importante del desarrollo económico en el ámbito regional, estatal y nacional, ocupando desde hace muchos años el primer lugar dentro de los principales estados mineros productores, debido principalmente a la explotación de las dos minas más grandes del país: Cananea y La Caridad.

Sonora ha sido tradicionalmente considerado como un estado minero de gran importancia, con una amplia gama de recursos. Entre los minerales metálicos, se tienen yacimientos de cobre, molibdeno y oro, mientras que entre los minerales no metálicos están los yacimientos más importantes de grafito, wollastonita y barita.

A principios de la década de los noventa, el auge en la exploración de yacimientos auríferos de baja ley y gran volumen -motivo por el que se asentaran en el estado una gran cantidad de empresas mineras, principalmente de capital estadounidense y canadienses- dio como resultado la puesta en explotación de importantes yacimientos de este mineral, entre los que podemos mencionar a La Colorada, Santa Gertrudis, Amelia, La Choya, Lluvia de Oro, El Boludo, San Francisco y La Herradura, algunos de ellos actualmente agotados y otros todavía en producción.

Más recientemente se continuaron desarrollando intensos trabajos de evaluación en varios proyectos de oro y cobre, destacando por su importancia los siguientes: Mulatos (Au), El Chanate (Au), Mariquita (Cu), Milpillas (Cu), Luz del Cobre (Cu), Piedras Verdes (Cu), Álamo Dorado (Ag) y El Crestón (Mo), entre otros.

Por todo lo anterior, se hace evidente el potencial geológico-minero del territorio sonorense, el cual es muy amplio y favorable para ser explorado y explotado; cuenta con zonas geológicamente prospectivas que presentan evidencias de mineralización, con un gran atractivo para la inversión nacional y extranjera (Servicio Geológico Mexicano, 2011).

Al día de hoy, la minería sonorense se encuentra en los primeros lugares en el contexto nacional, con más de 33 grandes empresas en operación. Así, bajo el fomento a la minería la Secretaría de Economía (S.E.), y de manera coordinada con el Gobierno del Estado, la Delegación Federal de la S.E. en Sonora participa activamente en el esfuerzo por impulsar a la economía estatal mediante acciones de promoción minera, así como la facilidad y agilidad en la asesoría y otorgamiento de trámites mineros.

Como parte de la estrategia y el quehacer de la Delegación Federal es posicionar a Sonora como una entidad dinámica del país, se han otorgado hasta el 2011 un total de 4, 600 concesiones mineras, distribuidos en al menos 40 “centros” mineros (Figura III.1), las cuales amparan una superficie de 45, 500, 500 ha. Durante 2011 se crearon un total de 15, 300 empleos directos, y una derrama económica de 66, 168 millones de pesos y se captó una inversión de 849 millones de dólares.

En el caso del cobre, se observó un importante incremento en el volumen de producción, ocupando para 2010 el primer lugar a nivel nacional con 175, 249 t, llegando en 2011 a una producción de 345, 066 t.

Estos niveles de producción y las acciones que los originaron, están alineadas al Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 que establece estrategias claras y viables para avanzar en la transformación de México sobre bases sólidas, realistas y sobre todo, responsables.

Así, se ha logrado posicionar a Sonora con una economía competitiva, productiva, con condiciones para atraer la inversión y con infraestructura industrial para el fortalecimiento del mercado interno y el desarrollo de las empresas, especialmente la minería.

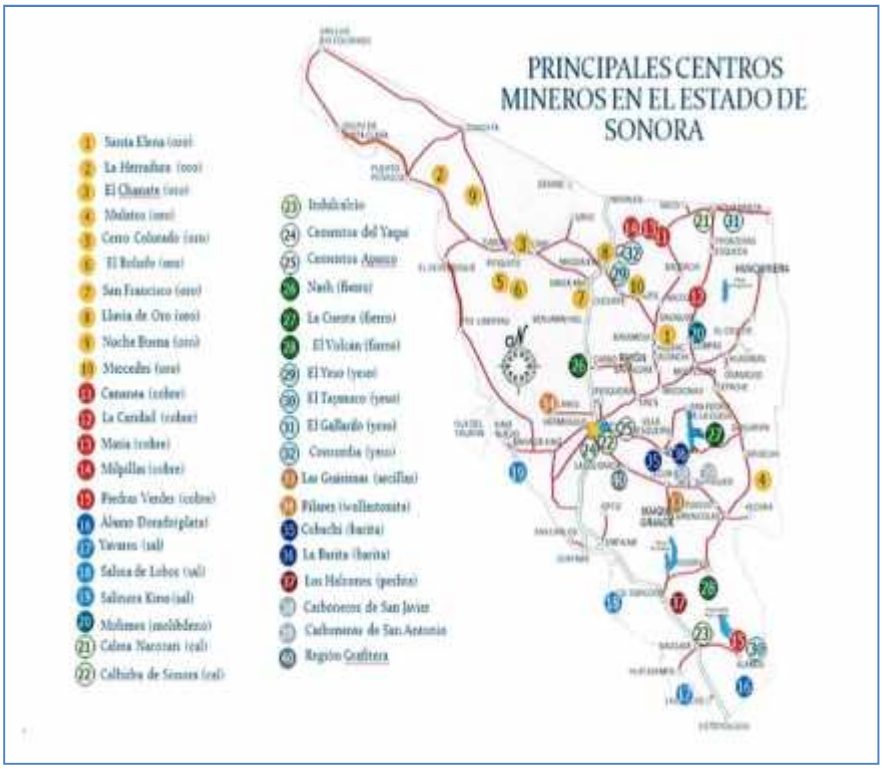


Figura III.1 Centros mineros del estado de Sonora.

Bi Metals México S. de R.L. 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 por parte de la autoridad ambiental federal las autorizaciones requeridas para el desarrollo de una planta de flotación y presa de jales para el beneficio de minerales de cobre de baja solubilidad y la disposición de los residuos mineros (jales) resultantes de este proceso de beneficio.

En cada autorización emitida a las actividades de Bi Metals, 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…".

Siendo el cumplimiento cabal de la normatividad ambiental un principio de la política interna de la empresa, como parte de los estudios desarrollados, se revisó el conjunto de ordenamientos legales en materia ambiental que rigen el desarrollo de las actividades pretendidas y se analizó la compatibilidad de éstas con las regulaciones existentes en materia ambiental y de uso del suelo para el sitio de interés.

El resultado de tal revisión indica que el Proyecto puede ser desarrollado, ajustándose adecuadamente a las regulaciones específicas de uso de suelo dictadas por los instrumentos de planeación y por las normas oficiales mexicanas que le son aplicables tanto al Proyecto como a las actividades –ya en desarrollo- de Bi Metals en la zona. Aunado a esto, la revisión considera que:

- La solicitud que actualmente se somete a consideración de la autoridad ambiental consiste en: 1) la conformación de una nueva presa de jales (actividad necesaria, en lo que refiere a la disposición de residuos mineros, para mantener la capacidad productiva de la Planta de Flotación operada por Bi Metals, y 2) apertura de dos tramos de camino que conectarán el área de presa de jales con los poblados cercanos y el a.ceso a Bi Metals
- El Proyecto será llevado a cabo en un sitio adyacente al área donde actualmente opera Bi Metals, integrándose así a las obras previamente autorizadas.
- Estas actividades no involucran procesos nuevos de beneficio de mineral ni modificación a los existentes.

Para efectos de documentar lo anterior, en los apartados siguientes se expone con detalle el análisis respectivo.

III.1 ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES

La legislación mexicana exige que proyectos mineros como el pretendido se sujeten a un estricto marco jurídico que regula diversos aspectos de las obras y actividades involucradas; las cuales incluyen desde el aprovechamiento de los recursos minerales hasta los rubros ambientales asociados y otros aspectos de mayor especificidad, como es 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; asimismo, 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

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

Asimismo, si en el sitio donde se proponen las actividades mineras se presenta evidencia o sospecha de la presencia de vestigios arqueológicos, históricos o fósiles, previamente a cualquier intervención física del terreno deberá obtenerse el dictamen correspondiente del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) en los términos que establece la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos, 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 de Armas de Fuego y Explosivos y la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos, las restantes contienen disposiciones, generales y particulares, en materia ambiental.

Toda vez que el Proyecto pretendido se relaciona con las operaciones que actualmente desarrolla Bi Metals, 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; y 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 adyacente al área de operación actual y que, previamente, fue autorizada; el sitio de Proyecto es un área que posee vegetación forestal.
- El polígono del Proyecto se encuentra totalmente dentro del municipio de Álamos, Sonora y no incursiona dentro de ningún área natural protegida de carácter federal, estatal o local.
- El Proyecto incluye la conformación de una nueva presa de jales y la apertura de dos tramos de camino de terracería.
- El desarrollo de las actividades no requerirá la extracción de aguas nacionales.

- El Proyecto no involucra el aprovechamiento de ninguna especie de vida silvestre y tampoco implica el manejo de sustancias peligrosas ni explosivos.

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

Tabla III.1. Instrumentos y criterios 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	En el caso del Proyecto en evaluación, se presenta la presente **Manifestación de Impacto Ambiental.**
	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	La empresa cuenta con la Licencia Ambiental Integral No. DGGA-LAI-005/15 emitida mediante el Oficio No. DGGA-043/15, con fecha 16 de enero de 2015, por parte de la Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora.
	Preservación del Agua y Suelos	--	LGEEPA: artículo 98	Criterios establecidos en la ley y Normas Oficiales Mexicanas
	Conservación de Flora y Fauna Silvestres	--	LGEEPA: artículo 83	Criterios establecidos en la ley y Normas Oficiales Mexicanas
Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA)	Responsabilidad ambiental ante los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible.	--	LFRA: Artículos 6º., 8º., 10 a 17, 19, 20, 39	Criterios establecidos en la ley y Normas Oficiales Mexicanas Los considerados por la LGEEPA y la LGDFS
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)	Cambio de Uso del Suelo de Terrenos Forestales	Reglamento de la ley (RLGDFS)	LGDFS: artículos 117 y 118 RLGDFS: artículo 120	Autorización de cambio de uso de suelo tramitada, en el caso del Proyecto en evaluación, mediante la presentación del correspondiente **Estudio Técnico Justificativo.**
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
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	Se menciona aunque no aplica a las actividades del Proyecto
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, tales como la autorización de impacto ambiental y la autorización para el cambio de uso del suelo de terrenos forestales que se solicitan a través de este documento.

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

III.1.1 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 prevención de la contaminación del agua y suelos, y la conservación de especies de flora y fauna silvestres.

Otras materias también previstas en la Ley, como la regulación de actividades riesgosas y el control de emisiones a la atmósfera, no son de aplicabilidad al proyecto ya que, en el primer caso, al no considerar éste el procesamiento del mineral no se prevé el manejo de sustancias peligrosas. Respecto del control de las emisiones a la atmósfera, el Proyecto por sí mismo no se encuadra como fuente fija (aunque formará parte de las instalaciones de Bi Metals), sin embargo, la empresa cuenta con la Licencia Ambiental Integral No. DGGA-LAI-005/15 emitida mediante el Oficio No. DGGA-043/15, con fecha 16 de enero de 2015, por parte de la Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora.

III.1.1.1 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 –previamente- 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 los siguientes criterios de aplicación de la jurisdicción federal:

- El Proyecto implica la disposición de residuos mineros (REIA: Art. 5°-L-III) generados a partir de las actividades de la UMPV.
- Requiere que se realice el cambio de uso del suelo en terrenos forestales (LGEEPA: Art. 28-VII; REIA: Art. 5°-O-I).

Para obtener la autorización aludida es que Bi Metals México S. de R.L. de C.V. presenta este Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular referente al Proyecto.

III.1.1.2 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 (jales) y escorias de las minas y establecimientos de beneficio de los minerales.

Así, 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 la presente MIA-P, se someten 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 los recursos edáfico e hídrico, así como de protección a la flora y fauna silvestres del sitio.

III.1.1.3 CONSERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA SILVESTRES

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

En el caso particular de las actividades productivas de jurisdicción federal, tales criterios son considerados dentro de la evaluación de impacto ambiental de los proyectos, de modo que a través de la MIA-P se exponen las consideraciones y evaluaciones pertinentes, así como las medidas propuestas por la empresa para prevenir, mitigar y controlar las afectaciones sobre la flora y fauna silvestres y su hábitat, que pudieran resultar por la ejecución del Proyecto que se expone.

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

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

Tales resultados se exponen en el Capítulo IV de este documento; en tanto 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 sitio; y en el Capítulo VII se proponen las medidas de prevención, mitigación y control de impactos respectivas.

III.1.2 LEY FEDERAL DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL

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

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

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 consideras 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;
  - El uso u operación de embarcaciones en arrecifes de coral;
  - 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 hábitat, los ecosistemas, los elementos y recursos naturales, sus condiciones químicas, físicas o biológicas y las relaciones de interacción que se dan entre estos, 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 los 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.1.3 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, 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 demuestra 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 el Proyecto se sitúa en terrenos considerados forestales es requerido que, previamente a su ejecución, se obtenga la autorización de la SEMARNAT para realizar el cambio de uso del suelo en las superficies donde se requerirá el retiro de vegetación.

En razón de lo anterior, se gestiona ante la Delegación Federal de la SEMARNAT en Sonora, mediante la presente Manifestación de Impacto Ambiental, la autorización respectiva para el cambio de uso del suelo de terrenos forestales que requiere el Proyecto.

III.1.4 LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO

La Ley General de Cambio Climático (LGCC) 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; esta ley 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.

La LGCC 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 presente 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, y
  - 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 LGCC establecerán los procedimientos y reglas para llevar a cabo el monitoreo, reporte y verificación y, en su caso, la certificación de las reducciones de emisiones obtenidas en proyectos inscritos en el Registro, a través de organismos acreditados de acuerdo a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, y autorizados por la Secretaría o por los organismos internacionales de los que los Estados Unidos Mexicanos sean parte.
- Las disposiciones reglamentarias de la LGCC establecerán los requisitos para validar ante el Registro, las certificaciones obtenidas por registros internacionales, de la reducción de proyectos realizados en los Estados Unidos Mexicanos.

En este sentido, Bi Metals México S. de R.L. de C.V. como fuente generadora de emisiones, cumplirá con los reportes y demás obligaciones que marca la Ley General de Cambio Climático. Las emisiones generadas por este Proyecto serán sumadas a ello.

III.1.5 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

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

a) Asegurar el derecho de toda persona a vivir en un ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar (Art. 2).
b) La prevención y minimización de la generación de residuos, de su liberación al ambiente, y su transferencia de un medio a otro, así como su manejo integral para evitar riesgos a la salud y daños a los ecosistemas (Art. 2).
c) Corresponde a quien genere residuos, la asunción de los costos derivados del manejo integral de los mismos y, en su caso, la reparación de los daños (Art. 2). Esto 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.

d) La selección de sitios para la disposición final de residuos de conformidad con las normas oficiales mexicanas y con los programas de ordenamiento ecológico y desarrollo urbano (Art. 2).
e) Los residuos de la industria minera-metalúrgica provenientes del minado y tratamiento de minerales… así como los metalúrgicos provenientes de los procesos de fundición, refinación y transformación de metales, son de regulación y competencia federal. Estos residuos podrán disponerse finalmente en el sitio de su generación; su peligrosidad y manejo integral, se determinará conforme a las normas oficiales mexicanas aplicables, y estarán sujetos a los planes de manejo previstos en esta Ley (Art. 17). Se exceptúan de esta clasificación los referidos en el artículo 19, fracción I de este ordenamiento. 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.
f) Las actividades deben sujetarse a la presentación y aprobación ante la SEMARNAT, de un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos como aceites, lubricantes usados, disolventes, acumuladores, etc. (Art. 31).

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

Respecto a los residuos peligrosos que la maquinaria y vehículos implicados en las actividades del Proyecto generarán (aceites y lubricantes usados, disolventes, acumuladores, etc.), Bi Metals indica en su plan de manejo que el primer paso es el almacenaje temporal y la posterior entrega a una empresa autorizada por la autoridad ambiental, para su manejo, traslado y disposición final.

III.1.6 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 queen esta MIA-P se ha incluido información detallada, derivada de estudios de campo, que describe la diversidad y la distribución de especies presentes en el área, así como las medidas para mitigar los efectos negativos de la ejecución del Proyecto en la integridad de las especies y sus poblaciones, incluidas aquéllas que se encuentran enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo alguna categoría de riesgo.

Las medidas propuestas en capítulos subsecuentes del presente documento incluyen el rescate de individuos y su reubicación en áreas viables para su conservación, garantizando de esa manera

que el desarrollo del Proyecto no ponga en riesgo la preservación de las especies y sus poblaciones.

Tales medidas son consistentes con las que han sido adoptadas exitosamente por la Empresa en el desarrollo de sus operaciones en el área. Cabe destacar que la zona donde se pretende instalar el Proyecto se encuentra adyacente al polígono autorizado con anterioridad para las actividades de beneficio de mineral (Planta de Flotación) y disposición de residuos (Presa de jales), así que las acciones de conservación que se llevarán a cabo se integrarán a los planes de Rescate y Conservación actualmente vigentes; por ello, podemos asegurar que la experiencia que la Empresa ha adquirido al aplicar estas medidas, es garante de su objetividad y eficacia.

III.1.7 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 Proyecto pretendido no considera la extracción o aprovechamiento de aguas nacionales. Además contempla las acciones necesarias para la preservación de su cantidad y calidad, respetando en todo momento las disposiciones de la ley al respecto.

III.1.8 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 los metálicos como el oro, zinc, plomo y cobre (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 establecidas (Artículo 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 destacan 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 (Artículo 27), entre las que se encuentran:

- Ejecutar y comprobar las obras y trabajos previstos.

- Pagar los derechos sobre minería que establece la ley.
- 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.

III.2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO

Con incidencia en el estado de Sonora únicamente han sido decretados dos programas de ordenamiento ecológico: i) Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California (15 de diciembre de 2006), ii) Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Costa de Sonora (20 de agosto de 2009), aplicable en 27 unidades de gestión ambiental costeras a lo largo del litoral del estado. Ninguno de estos Programas de Ordenamiento Ecológico tiene cobertura en el área del Proyecto.

A nivel estatal, desde 1993 y 1996 se realizaron los primeros estudios del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio de Sonora, que cubrieron las fases metodológicas de organización, caracterización, diagnóstico, pronóstico y propuesta; sin embargo, la última fase, relativa a la gestión, quedó pendiente.

Desde entonces, se han realizado diversas actualizaciones del documento que dieron como resultado la propuesta actual, misma que desde enero de 2011 ha sido presentada por la Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora (CEDES) en los municipios de la entidad, como parte del proceso de consulta pública que exige la normatividad. En dicha propuesta se incluye el análisis de la aptitud minera del territorio sonorense, realizado con base en las concesiones activas o en proceso de activación. A partir de las concesiones vigentes se determinó que el 47 % de la superficie concesionada se concentra en diez de los 72 municipios que integran al estado: Caborca, Pitiquito, Cumpas, Altar, Álamos, Sahuaripa, Arizpe, Yécora, Plutarco Elías Calles y Hermosillo.

Las áreas determinadas por esa superficie se corresponden con las regiones de tradición minera en el estado: la región cuprífera del noroeste, la región carbonífera en el cinturón central y la recientemente explotada zona aurífera en el noroeste del estado, en el Desierto de Altar. El mapa resultante de ese análisis clasifica tres niveles de aptitud minera: alta, media y baja. De acuerdo con dicho mapa, en la región de Álamos se presentan los tres tipos de aptitud y la zona donde se sitúa la unidad minera Piedras Verdes es clasificada con aptitud alta (Figura III.2).

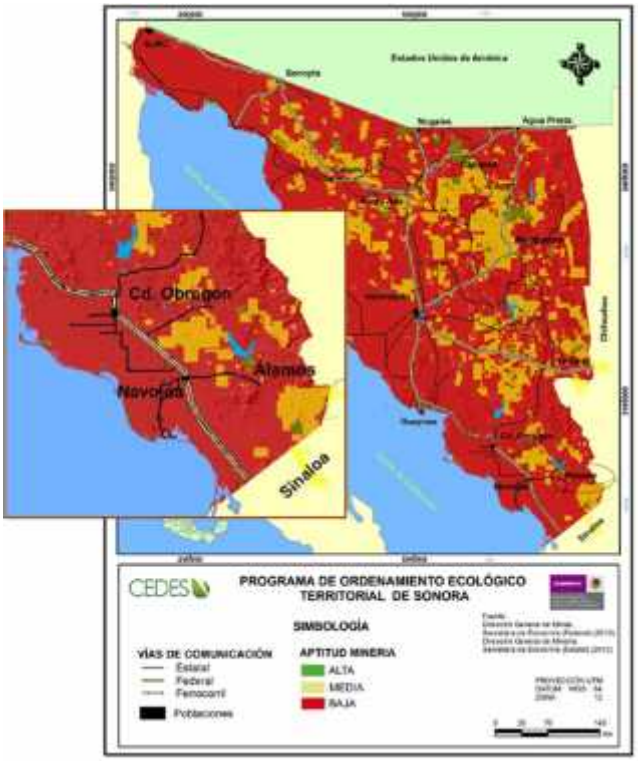


Figura III.2. Aptitud minera del estado de Sonora y de la Región de Álamos.

Con base en el modelo de ordenamiento ecológico que contiene el documento, la zona donde se encuentra el Proyecto corresponde a la Unidad de Gestión Ambiental UGA-40 (Figura III.3). A esta unidad se asigna como lineamiento ecológico o meta para la actividad minera hacia el año 2017, el de mejorar y crear nuevas normas que faciliten la operación minera y que eviten los impactos negativos en la conservación del medio ambiente.

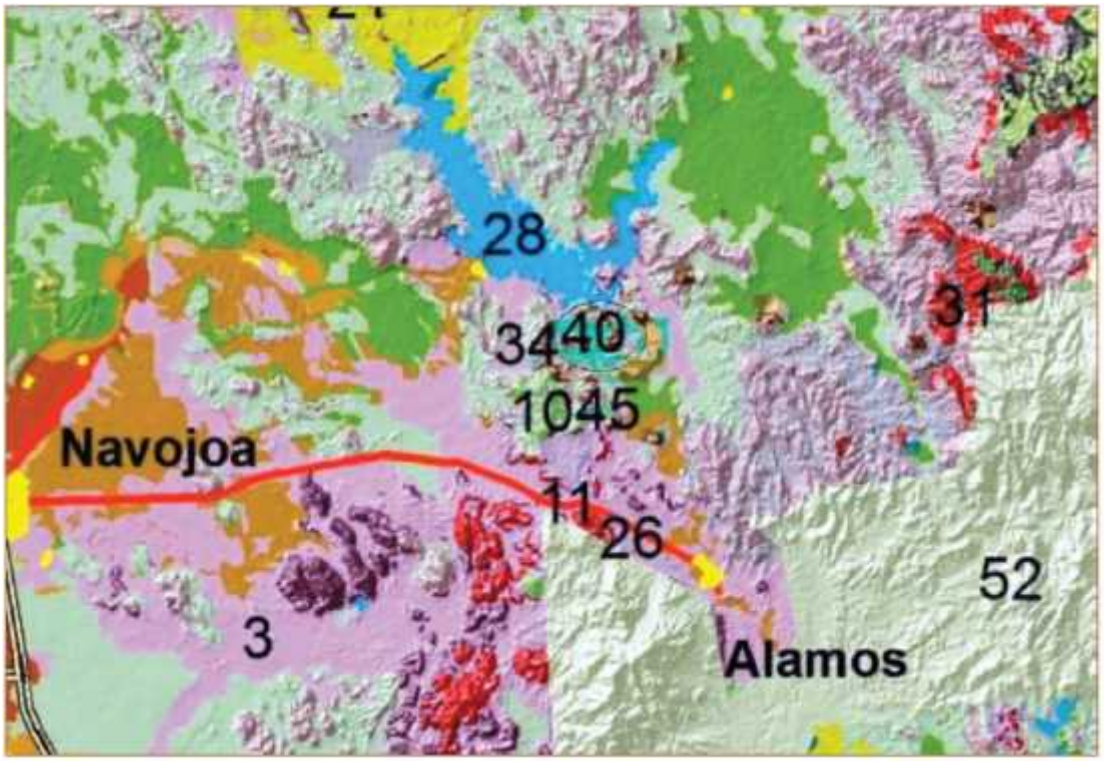


Figura III.3. Unidad de Gestión Ambiental 40, zona con aptitud minera.

La propuesta de ordenamiento ecológico establece, asimismo, diversos criterios de regulación ecológica específicos para las actividades mineras:

- CRE-32: REDUCIR LA CONTAMINACIÓN POR EMISIONES A LA ATMÓSFERA PROVOCADA POR LAS PLANTAS FUNDIDORAS.

  Aplicable a la minera en general.

  Se deberá aplicar la Norma Oficial Mexicana NOM-039-SEMARNAT-1993 que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de bióxido y trióxido de azufre y neblinas de ácido sulfúrico, en plantas productoras de ácido sulfúrico.

- CRE-38: EVITAR EL DESEQUILIBRIO ECOLÓGICO QUE PUEDEN CAUSAR OBRAS O ACTIVIDADES CON EL FIN DE PROTEGER EL AMBIENTE Y PRESERVAR Y RESTAURAR LOS ECOSISTEMAS.

  Específico para actividades de exploración minera directa.

  Se deberá aplicar la Norma Oficial Mexicana NOM-120-SEMARNAT-1997 que establece las especificaciones de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa, en zonas con climas secos y templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinos.

- CRE-39: EVITAR LA CONTAMINACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS PROVENIENTES DE PLANTAS DE BENEFICIO DE MINERALES POR SU CARACTERÍSTICAS TOXICAS.

  Específico para presas de jales.

  Se deberá aplicar la Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003 que establece los requisitos para la caracterización del sitio, proyecto, construcción, operación y post-operación de presas de jales.

- CRE-40: DAR LA MÁXIMA SEGURIDAD PARA EVITAR LA CONTAMINACIÓN PROVENIENTE DE LOS PATIOS DE LIXIVIACIÓN -SISTEMAS PARA LA DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS POR EL BENEFICIO DE MINERALES- A FIN DE GARANTIZAR LA PROTECCIÓN DE LA POBLACIÓN, LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS Y SOCIALES Y, EN GENERAL, EL EQUILIBRIO ECOLÓGICO.

  Específico para procesos de lixiviación con sustancias peligrosas.

  Se deberá aplicar la Norma Oficial Mexicana NOM-159-SEMARNAT-2011 que establece los requisitos de protección ambiental para los sistemas de lixiviación de cobre.

- CRE-42: PROMOVER LA PREVENCIÓN Y MANEJO INTEGRAL DE LA GENERACIÓN DE LOS RESIDUOS PROVENIENTES DE ACTIVIDADES MINERAS.

  Aplicable al manejo de residuos mineros.

  Se deberá aplicar la Norma Oficial Mexicana NOM-157-SEMARNAT-2009 que establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros.

- CRE-45: CUMPLIR CON LOS REQUISITOS MÍNIMOS DE SEGURIDAD PARA TRABAJOS EN MINAS CONSIDERANDO LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

  Aplicable a operaciones mineras.

  Se deberá aplicar la NOM-023-STPS-2003 que establece los requisitos mínimos 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.

Al respecto, de los criterios de regulación ecológica mencionados, aquéllos que tienen relación con el Proyecto que se pretende (CRE-39, CRE-42 y CRE-45), han sido considerados tanto en el diseño del Proyecto como en su operación, no obstante que éstos carecen aún de carácter vinculante, en tanto no se decrete formalmente el Plan de Ordenamiento Ecológico.

En el ámbito local, durante la administración municipal de Álamos 2003-2006, el Centro Regional Universitario del Noroeste (CRUNO) de la Universidad Autónoma Chapingo, formuló una propuesta de Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del municipio. Dicho documento, si bien está completo en cuanto a las distintas fases metodológicas requeridas para su elaboración, no fue formalmente decretado o publicado por los gobiernos local y estatal.

No obstante lo anterior, a manera de referencia basta indicar que de conformidad con el modelo propuesto en dicho documento, el sitio donde se localiza el Proyecto (la Unidad de Gestión Territorial UGT-3) es reconocido como un área de actual aprovechamiento minero, en la que aplica una política ambiental de aprovechamiento que considera el desarrollo de la actividad bajo la aplicación de criterios ecológicos particulares. Las estrategias propuestas para la unidad, dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, se indican en la Tabla III.2.

Tabla III.2. Estrategias de ordenamiento ecológico aplicables.

MATERIA	ESTRATEGIA
Preservación	1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.
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. 8. Valoración de los servicios ambientales.
Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.
Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
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 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. 21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo. 22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional. 23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo–beneficio (gastos del turista *vs* valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).

III.3 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

El estado de Sonora cuenta con seis áreas naturales protegidas de competencia federal: tres con categoría de Reserva de la Biósfera, dos como Áreas de Protección de Flora y Fauna y una Reserva Forestal Nacional (Tabla III.3).

Tabla III.3. Áreas Naturales Protegidas del estado de Sonora.

CATEGORÍA	NOMBRE	FECHA DE DECRETO
Reserva de la Biósfera	El Pinacate y Gran Desierto de Altar	10 de Julio de 1993
Reserva de la Biósfera	Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado	10 de Julio de 1993
Reserva de la Biósfera	Isla San Pedro Mártir	13 de junio de 2002
Área de Protección de Flora y Fauna	Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui	19 Julio de 1996
Área de Protección de Flora y Fauna	Islas del Golfo de California	2 de Agosto de 1978
Reserva Forestal Nacional	Sierra de Los Ajos, Buenos Aires y la Púrica	3 de junio de 1936

El Proyecto no se encuentra dentro de ningún área protegida; sin embargo, tiene relativa proximidad con el Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui, de la cual se encuentra a 12 km aproximadamente, en línea recta al sureste (Figura III.4).

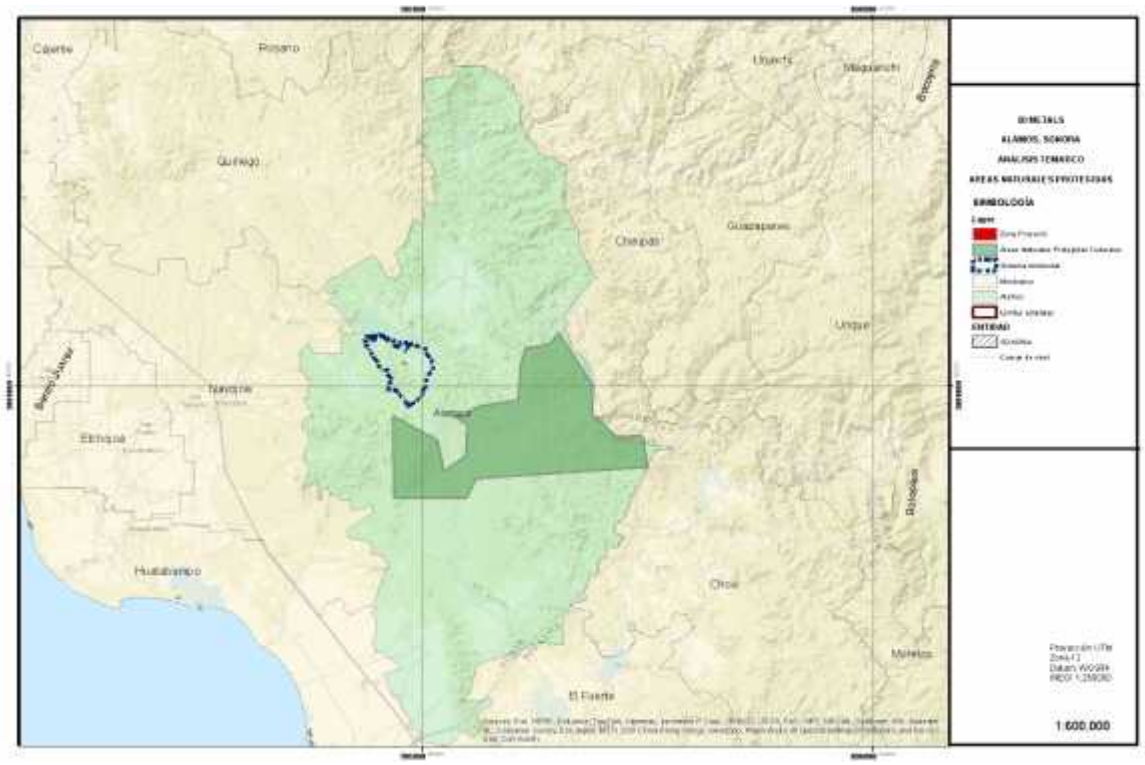


Figura III.4. Localización del proyecto con respecto a las Áreas Naturales Protegidas.

III.3.1 REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS

De las diferentes regiones que la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) ha identificado en la región como prioritarias para la conservación, se puede mencionar -en la porción central del municipio de Álamos- a la Región Terrestre Prioritaria RTP-31 Sierra Álamos-El Cuchujaqui.

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

El área del Proyecto se encuentra fuera de la RTP-31, desde la cual se encuentra a una distancia aproximada de 7.5 km en línea recta (Figura III.5).

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

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

III.3.2 REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS

El Proyecto se encuentra dentro de la Región Hidrológica Prioritaria RHP-17 Río Mayo (Figura III.6), la cual cubre una extensión de 1, 503, 599 ha en los estados de Sonora y Chihuahua, e incluye ambientes acuáticos diversos (presa, pantanos, estuarios, charcas temporales, llanuras de inundación y brazos de ríos). Los recursos hídricos de esta región tienen usos y aprovechamientos variados en diferentes actividades productivas, entre los que se encuentran la generación de energía eléctrica (Presa Adolfo Ruiz Cortines), agricultura, pesca, acuacultura, actividades forestales y turismo.

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

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

III.3.3 ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES

De las distintas Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves que la CONABIO reconoce para el estado de Sonora, parte del área del proyecto se encuentra en el límite suroeste del Área de Importancia para la Conservación de las Aves AICA-40 Álamos-Río Mayo (Figura III.7), la cual posee una extensión de 240, 253 ha en los estados de Sonora y Chihuahua.

Para compatibilizar el desarrollo del Proyecto con la preservación de los atributos ambientales que confieren a la región su importancia para la conservación de las aves, en esta MIA-P se proponen medidas para la prevención y mitigación de los efectos ambientales de las actividades pretendidas que, aunadas a la escala territorial que tiene el Proyecto, contribuirán a salvaguardar la diversidad ornitológica regional.

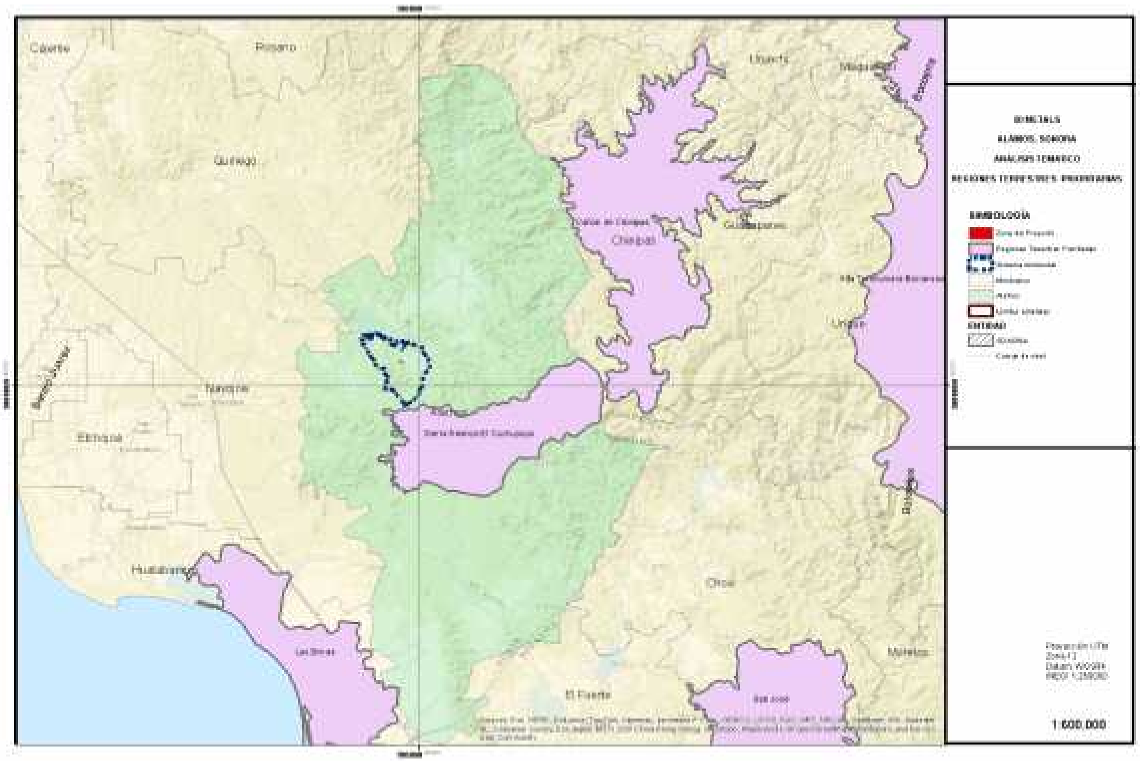


Figura III.5. Ubicación del proyecto con respecto a la Región Terrestre Prioritaria RTP-31 Sierra Álamos-El Cuchujaqui.

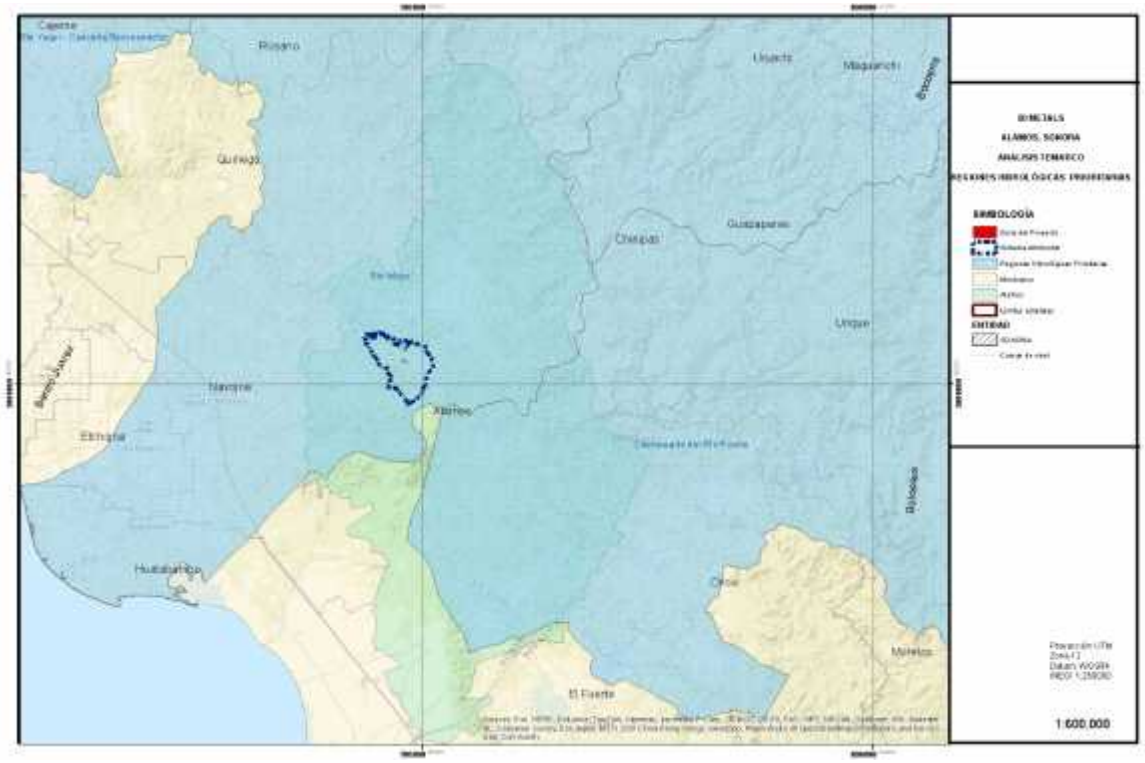


Figura III.6. Localización del proyecto con respecto a la Región Hidrológica Prioritaria RHP-17 Río Mayo.

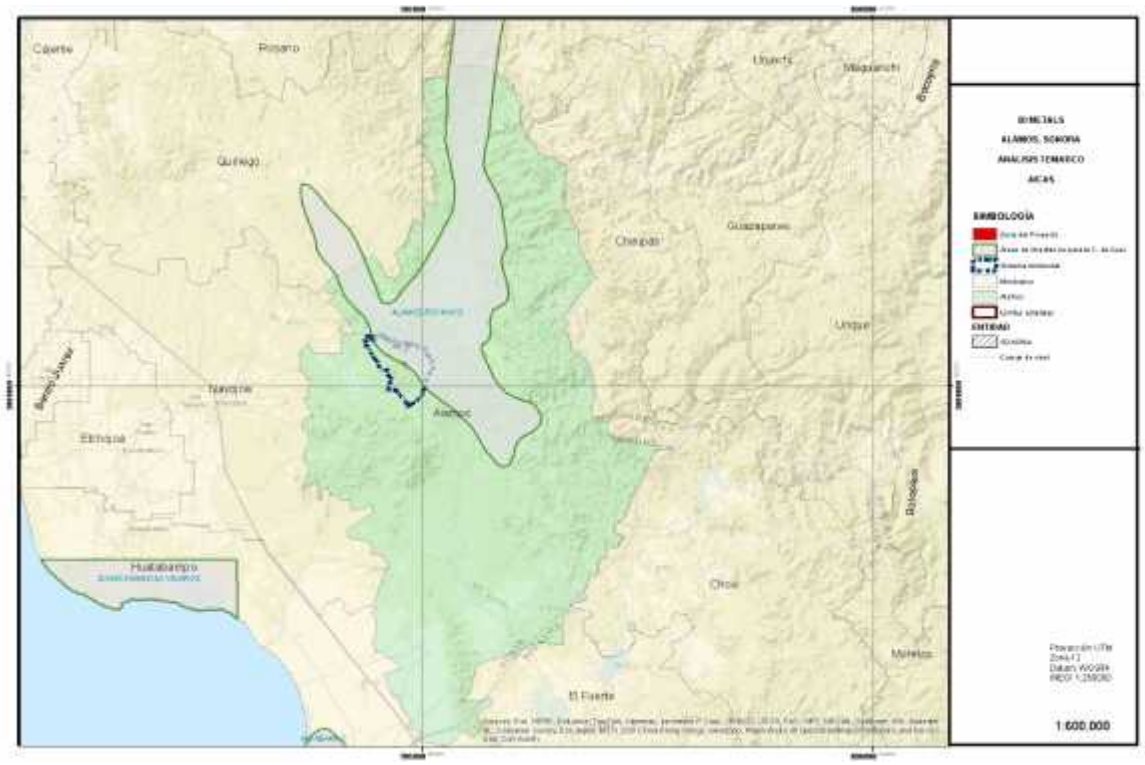


Figura III.7. Localización del proyecto con respecto al Área de Importancia para la Conservación de las Aves AICA 40 Álamos-Río Mayo.

Considerando la localización del Proyecto dentro de la Región Hidrológica Prioritaria RHP-17 Río Mayo y el Área de Importancia para la Conservación de las Aves AICA 40 Álamos-Río Mayo, se realizaron diversos estudios de campo que permitieron caracterizar los elementos naturales de mayor importancia, a efecto de reconocer y evaluar con objetividad los efectos potenciales de las actividades que pretenden desarrollarse, e identificar las medidas de control y manejo más adecuadas.

Con base en los estudios realizados, en este documento se exponen los aspectos críticos ambientales identificados y se proponen los elementos de control y mitigación suficientes para evitar afectaciones innecesarias al sistema ambiental.

III.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Las Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental, emitidas por la SEMARNAT, 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:

- 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.
- 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 beneficios de los minerales.

En México existen diversas normas oficiales mexicanas que regulan tópicos ambientales generales de las actividades productivas, así como materias particulares del sector minero. 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, su observancia ha sido considerada por la Empresa desde las etapas tempranas de planeación del Proyecto, ya que incluyen criterios relevantes que son aplicables desde la caracterización y selección de sitio, hasta la construcción, operación, monitoreo y post-operación.

Considerando los parámetros generales del proyecto, en la Tabla III.4 se enlistan las normas oficiales mexicanas de protección ambiental aplicables al Proyecto 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.**
El Proyecto no implica descargas de agua. Sin embargo, el plan operativo de la Planta de Flotación toma en cuenta y hace un balance de agua diseñado para optimizar el uso del líquido dentro de un circuito cerrado sin descargas. Las descargas de aguas residuales del Proyecto se limitarán a las resultantes de las áreas de servicio durante la etapa de preparación de sitio y construcción. Los parámetros de descarga se ajustarán a los límites de la norma.
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.**
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 de volteo; la circulación por los caminos de vehículos y maquinaria; la toma de material del banco; 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. Para reducir y controlar las emisiones de la maquinaria y equipo, se implementará un programa de mantenimiento preventivo y correctivo, a la par de contar con barreras mecánicas de contención de polvos, y la aplicación estricta del programa de seguridad e higiene en el trabajo. De acuerdo con el Artículo 111° Bis de la LGEEPA, los establecimientos de la industria metalúrgica son considerados como fuentes fijas de jurisdicción federal, sujetos a la obtención de la Licencia de Funcionamiento o Licencia Ambiental Única por parte de la SEMARNAT, para su operación y funcionamiento. Bi Metals cuenta con la Licencia Ambiental Integral No. DGGA-LAI-005/15 emitida mediante el Oficio No. DGGA-043/15, con fecha 16 de enero de 2015, por parte de la Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora, que avala la pertinencia operativa de la planta de beneficio.
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 etapas del Proyecto serán clasificados con base en las especificaciones indicadas por la norma. Los residuos clasificados como peligrosos (aceites usados, pinturas, filtros, estopas impregnadas de aceites, solventes y combustibles, etc.) serán manejados en apego a la normatividad en dicha materia. Le empresa incorporará el nuevo Proyecto a su actual Plan de Manejo.
NOM-059-SEMARNAT-2010 (FLORA Y FAUNA SILVESTRES) **PROTECCIÓN AMBIENTAL – ESPECIES NATIVAS DE MÉXICO DE FLORA Y FAUNA SILVESTRES – CATEGORÍAS DE RIESGO Y ESPECIFICACIONES PARA SU INCLUSIÓN, EXCLUSIÓN O CAMBIO – LISTA DE ESPECIES EN RIESGO.**
El listado de especies contenido en la norma ha sido considerado en los estudios de caracterización ambiental realizados en el área donde se localiza el Proyecto. Debido a que los estudios de flora y fauna silvestre realizados con motivo de este Proyecto identificaron, en las áreas del proyecto, la presencia de especies consideradas en la norma, se ha previsto realizar el rescate de los ejemplares viables que se localicen en el sitio de afectación por las obras y actividades previstas, para su reubicación en un área con vegetación, en donde se desarrollarán acciones de manejo y conservación que permitan garantizar la integridad de los individuos, las especies y sus poblaciones. Todas estas actividades serán registradas y documentadas.
NOM-080-SEMARNAT-1994 (RUIDO-FUENTES MÓVILES) **ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE RUIDO PROVENIENTE DEL ESCAPE DE LOS VEHÍCULOS AUTOMOTORES, MOTOCICLETAS Y TRICICLOS MOTORIZADOS EN CIRCULACIÓN Y SU MÉTODO DE MEDICIÓN.**
La empresa mantendrá un programa permanente de mantenimiento preventivo a la maquinaria, automóviles, camionetas, camiones y tractocamiones, para minimizar la emisión de ruido y garantizar los estándares ambientales y laborales para este tipo de instalaciones.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-141-SEMARNAT-2003 ESTABLECE LOS REQUISITOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL SITIO, PROYECTO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y POST-OPERACIÓN DE PRESAS DE JALES.
La empresa se sujetará a las disposiciones de la norma respecto a la selección de sitio, construcción y operación de la presa de jales, así como a las actividades al término de la vida útil de la presa.
NOM-157-SEMARNAT-2009 (RESIDUOS MINEROS) ESTABLECE LOS ELEMENTOS Y PROCEDIMIENTOS PARA INSTRUMENTAR PLANES DE MANEJO DE RESIDUOS MINEROS.
La empresa se sujetará a los procedimientos de la norma en la caracterización y elaboración de los planes de manejo respectivos.

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

Esta norma fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril de 2002 y sustituyó a la anterior NOM-011-STPS-1994. Entre las especificaciones de la NOM-011 destacan las siguientes obligaciones de la empresa:

a) Verificar que ningún trabajador se exponga a niveles de ruido mayores a los límites máximos permisibles de exposición (Tabla III.5)
b) Asegurarse de que no exista exposición sin equipo de protección personal auditiva a más de 105 dB
c) 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
d) 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
e) 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

En cuanto a los niveles de emisión de ruido en el Proyecto, los niveles de presión sonora esperados para la maquinaria que se utiliza para movilizar materiales oscilan entre los 111 y 135 dB.

Adicionalmente, se realizarán mantenimientos permanentes y adecuados a los equipos y maquinaria, de modo que se disminuyan al mínimo la emisión de ruido.

En todos los casos se observa las disposiciones de la NOM-011-STPS-2001.

III.5 OTROS INSTRUMENTOS

III.5.1 PLANES SECTORIALES

La minería es una de las actividades productivas de mayor antigüedad en el mundo que, junto con la agricultura y ganadería, ha contribuido al desarrollo y sostenimiento de economías locales, regionales y nacionales. La minería nacional se integra por las actividades extractivas ajenas al petróleo crudo y gas natural, mismas que aportan a la economía del país el 1.6 % del Valor Agregado Bruto.

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

Los principales productos mineros de México son el cobre, la plata, el zinc, el coque, el carbón mineral y el oro, que representan el 20, 14, 14, 11, 8 y 7 % del valor total de la producción minera de concesibles, respectivamente. Casi el 90 % de la explotación de minerales concesibles se concentra en los estados de Sonora, Coahuila, Chihuahua, Zacatecas, San Luis Potosí, Baja California Sur, Durango, Michoacán, Hidalgo y Colima.

El Estado de Sonora ha sido tradicionalmente considerado como un estado minero de gran importancia, con una amplia gama de recursos en este renglón. Entre los minerales metálicos, se tienen los principales yacimientos de cobre, molibdeno y oro del país, mientras que entre los minerales no metálicos están los yacimientos más importantes de grafito, wollastonita y barita ocupando desde hace muchos años el primer lugar dentro de los principales estados mineros productores, debido principalmente a la explotación de las dos minas más grandes del país: Cananea y La Caridad.

Al día de hoy, la minería sonorense ocupa un lugar importante en el contexto nacional, con más de 33 grandes empresas en operación, ejemplo de ello es que -hasta el 2011- se habían otorgado un total de 4, 600 concesiones mineras, distribuidos en al menos 40 “centros” mineros.

Un dato importante en el caso de la producción de cobre, es que se ha observado un importante incremento en el volumen de producción, por ejemplo, en 2010 el estado tenía el primer lugar a nivel nacional con 175, 249 t, llegando en 2011 a una producción de 345, 066 t. Estos niveles de producción y las acciones que los originaron, están alineadas al Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 que establece estrategias claras y viables para avanzar en la transformación de México sobre bases sólidas, realistas y sobre todo, responsables.

Así, se ha logrado posicionar a Sonora con una economía competitiva, productiva, con condiciones para atraer la inversión y con infraestructura industrial para el fortalecimiento del mercado interno y el desarrollo de las empresas, especialmente la minería.

III.5.2 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2013-2018

De acuerdo con el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, el Estado tiene como obligación, de acuerdo 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 indispensable impulsar a los sectores con alto potencial de crecimiento y generación de empleos.

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.

También ubica el desarrollo de la infraestructura como pieza clave para incrementar la competitividad de la nación entera.

Respecto a la minería, destaca que 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. En el 2012, 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 el 2012, se generaron más de 320, 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, electrónica y el 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 la minas, así como aumentar los niveles de seguridad en éstas.

Específicamente, en su Estrategia 4.8.2, el 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.5.3 PROGRAMA NACIONAL DE DESARROLLO MINERO

A partir del reconocimiento del importante papel que desempeña la minería en el desarrollo económico y social del país, así como de su amplio potencial para convertirse en un sector moderno y de alta competitividad, como parte del Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006, en

noviembre de 2003 el Ejecutivo Federal emitió el Programa Nacional de Desarrollo Minero, con el propósito de establecer las estrategias y líneas de acción para promover el incremento de las inversiones mineras y ofrecer opciones de crecimiento y desarrollo a las empresas que contaran con el potencial para aprovechar los recursos minerales del país en condiciones óptimas.

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

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

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

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

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

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

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

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

El Programa de Desarrollo Innovador 2013-2018 (PRODEINN) establece sus objetivos, estrategias y líneas de acción alineadas con lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, en el marco de los objetivos para el logro de las Metas Nacionales de un México Próspero y un México con Responsabilidad Global, así como de las estrategias transversales (Tabla III.6). Destaca, para el caso del presente Proyecto el Objetivo 4.8 de la Meta Nacional México Prospero y los objetivos del Programa de Desarrollo Innovador que se derivan.

Tabla III.6. 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. 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.	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 en el sector comercio y servicios, con énfasis en empresas intensivas en conocimiento.
	4.8. Desarrollar los sectores estratégicos del país.	4.8.4. Impulsar a los emprendedores y fortalecer a las micro, pequeñas y medianas empresas. 4.8.5. Fomentar la economía social.	3. Impulsar a emprendedores y fortalecer el desarrollo empresarial de las MIPYMES y los organismos del sector social de la economía.

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

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

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

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

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

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

III.5.4 PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES 2013-2018 (PROMARNAT)

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

Bajo ese contexto, recientemente, además del reconocimiento constitucional del derecho fundamental al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en

forma suficiente, salubre, aceptable y asequible (2012), se avanzó en la publicación de la Ley General de Cambio Climático (2012) y la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (2013); además se modificaron recientemente la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).

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

Es importante mencionar que el PROMARNAT ha elaborado sus objetivos, estrategias y líneas de acción en estricto alineamiento con lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 y en concordancia con los objetivos marcados para el logro de las Metas (Tabla III.7).

Tabla III.7. 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. **Estrategia 4.4.2.** Implementar un manejo sustentable del agua…	**Objetivo 4**. Recuperar la funcionalidad de cuencas y paisajes a través de la conservación, restauración y aprovechamiento sustentablemente del 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.	**Objetivo 5.** Detener y revertir la pérdida de capital natural y la contaminación del agua, aire y suelo.
		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.	**Objetivo 6.** Desarrollar, promover y aplicar instrumentos de política, información investigación, educación, capacitación, participación y derechos humanos para fortalecer la gobernanza ambiental.

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 promoverán y apoyarán 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 proyecta mediante el cumplimiento de las siguientes Líneas de Acción (sólo se mencionan aquellas con relación directa a proyectos mineros como el que atañe al presentado en esta 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 peligrosos[1].
- 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.

[1] Recolección, transporte, selección, tratamiento, valorización, aprovechamiento y disposición final adecuada.

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

IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO

La cuenca hidrológica permite ubicar al proyecto geográficamente; su importancia reside en que es reconocida como la unidad territorial más adecuada para la gestión integrada de los recursos hídricos captados dentro de la misma, debido principalmente a dos aspectos:

- Que las características físicas intrínsecas del agua conllevan interrelaciones e interdependencias entre los usos y los usuarios del agua dentro de la cuenca.
- Dentro de la cuenca se desarrollan diversos ecosistemas que mantienen una estrecha relación con los procesos de circulación de agua y la red hidrológica.

Como la define la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la cuenca es la unidad de espacio físico de planeación y desarrollo, que comprende el territorio donde se encuentran los ecosistemas forestales y donde el agua fluye por diversos cauces y converge en un cauce común, constituyendo el componente básico de la región forestal, que a su vez se divide en subcuencas y microcuencas (SEMARNAT, 2003).

Para la zonificación del área de estudio se utilizó la carta hidrológica de aguas superficiales del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Serie II año 1993, a partir de la cual se identificaron los patrones de drenaje superficial, las cuencas y subcuencas hidrológicas.

La zona del Proyecto se encuentra dentro de la cuenca hidrológico-forestal Río Mayo “A”, en la Región Hidrológica 9 Sonora Sur (RH09), que comprende parte de los estados Chihuahua y Sonora; de este último, abarca los municipios de Navojoa, Etchojoa, Huatabampo, Quieriego, Rosario y Álamos (CONAGUA, 2008).

La cuenca Río Mayo (RH09A) tiene un área de 15, 113 km2 (1, 511, 300 ha; CONAGUA, 2011), colinda al norte con la cuenca hidrológico-forestal de los ríos Yaqui y Mátape (RH09B); al sur con la cuenca “G” Río Fuerte y Sinaloa, de la Región Hidrológica 10 (Figura IV.1).

La cuenca hidrológico-forestal del río Mayo se divide en ocho subcuencas que, en orden ascendente por superficie, son: R. Candameña, A. Guajaray, R. Babanori, A. Cocoraque, R. Moris, A. Cedro, R. Mayo-P. Adolfo Ruíz Cortines y R. Mayo-Navojoa (Tabla IV1).

Tabla IV.1 Subcuencas de la cuenca hidrológico-forestal Río Mayo.

CLAVE DE CONAGUA	SUBCUENCA	ÁREA (KM^2)
RH09Aa	R. Mayo-Navojoa	5525,3
RH09Ab	R. Mayo-P. Adolfo Ruíz Cortines	3866,84
RH09Ac	R. Moris	1953,26
RH09Ad	R. Candameña	927
RH09Ae	R. Babanori	1273,68
RH09Af	A. Guajaray	935,15
RH09Ag	A. Cedro	1988,8

RH09Ah	A. Cocoraque	1480,33

De acuerdo con la delimitación de la CONAGUA (2011), la zona del Proyecto se inserta específicamente en la subcuenca “b” R. Mayo-P. Adolfo Ruíz Cortines, que tiene una superficie de 3, 866.84 km^2 (386, 684 ha). Esta subcuenca colinda al norte con la subcuenca R. Babanori, al nornordeste con la subcuenca R. Moris, al nornoroeste con A. Guajaray, al oeste con A. Cedro, al suroeste con la subcuenca R. Mayo-Navojoa, y al sur y sureste con la Región Hidrológica 10 de la cuenca “G3” R. Fuerte.

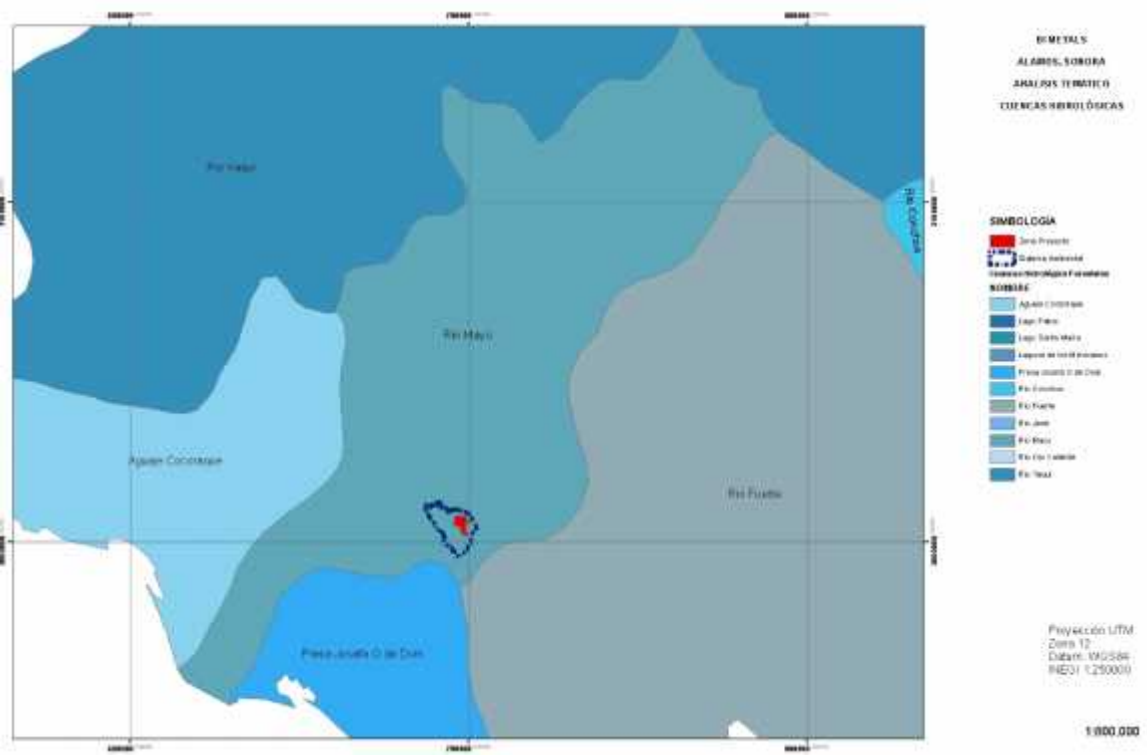


Figura IV.1 Ubicación de la cuenca hidrológica donde se ubica el proyecto (CONAGUA, 2009).

A partir de esta información, se procedió a revisar los sistemas de información geográfica de diversas fuentes oficiales, tales como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/), el Instituto Nacional de Ecología (http://cuencas.ine.gob.mx/cuenca/) y la Comisión Nacional del Agua (http://siga.cna.gob.mx/). Con ello, se delimitó un territorio a partir de su topografía, desde la parte alta y hasta su parte baja. Una vez identificada esta superficie general, se procedió a aplicar un modelo digital de elevación para delimitar el sistema ambiental (también llamado microcuenca) donde se inserta el Proyecto, con una superficie de 12, 691.84 ha (Figura IV.2).

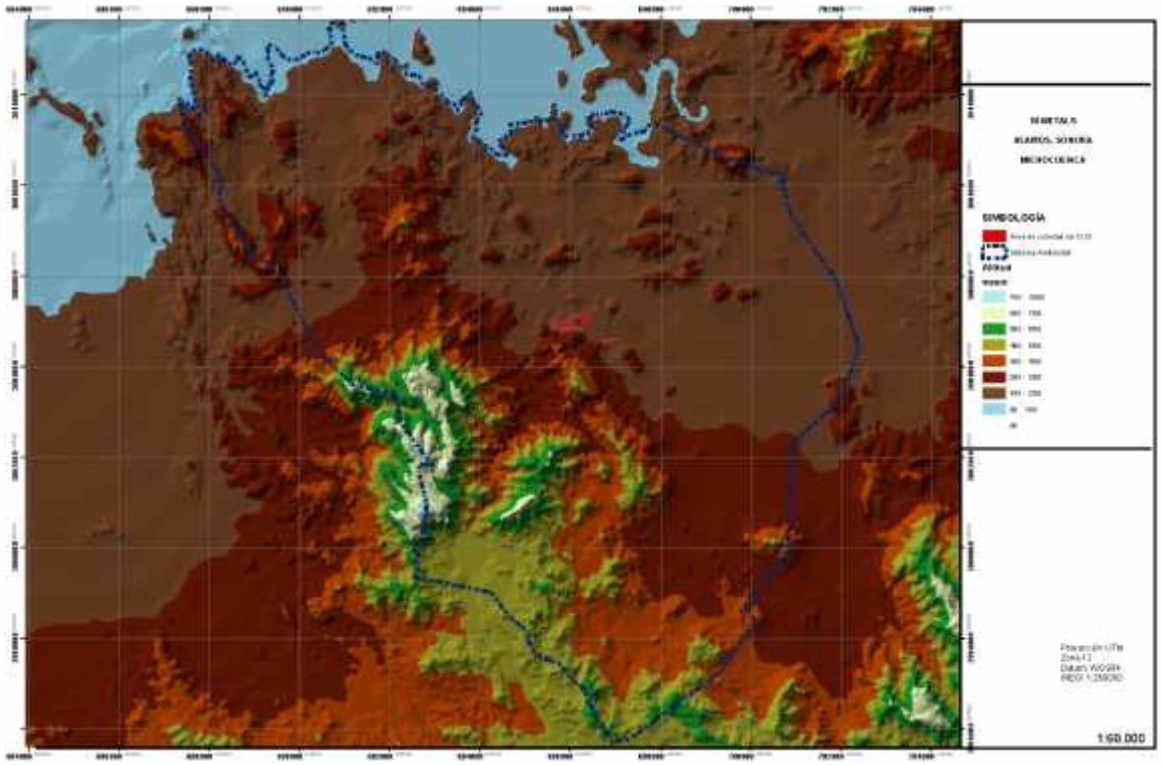


Figura IV.2. Sistema ambiental definido para el proyecto Presa de Jales 2 Segunda Etapa.

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

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

- El **área de influencia directa** del Proyecto, será referida a la superficie de 72.5619 ha donde se realizarán los trabajos para desarrollar la Segunda Etapa de la presa de jales 2, que cubrirá una superficie de 32.2928 has..
- El **área de influencia indirecta** será referida a la superficie que abarca el sistema ambiental definido para el Proyecto, con 12, 691.84 ha de superficie, dentro del cual podrán manifestarse algunos efectos indirectos del Proyecto y cuya localización se ilustra en las Figuras IV.1 y VI.2 de este documento.

IV.2.1.1 MEDIO ABIÓTICO

CLIMA

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

La influencia altitudinal de la Sierra Madre Occidental sobre las regiones restantes del estado, al oriente de la entidad, se manifiesta a través de temperaturas menos extremosas y lluvias más abundantes con respecto a las de las zonas muy secas, secas y semisecas. En general, a nivel estatal hay poca disponibilidad de agua.

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

De acuerdo con la carta climática del INEGI (2000), en el sistema ambiental definido para el Proyecto se presentan dos diferentes tipos climáticos, de acuerdo a la clasificación Climática de Köppen modificada por García (1988) (Figura IV.4).

- **BS_0(h')w.** Clima semiárido seco, muy cálido, se presenta en la franja norte del Sistema Ambiental definido para el proyecto, en zonas de mayor altitud. La temperatura media anual varía entre 22 °C y 18 °C. La mayor parte de las lluvias se presentan en verano y el porcentaje de lluvia invernal es de 5 % a 10.2 % del total anual. Las precipitaciones anuales son menores a las tasas de evaporación, el más seco del grupo de los secos.
- **BS_1(h')w.** Clima semiárido semiseco, muy cálido, se registra en prácticamente todo el Sistema Ambiental definido para el proyecto. La temperatura media anual varía entre 22 °C y 18 °C. La mayor parte de las lluvias se presentan en verano y el porcentaje de lluvia invernal es de 5 % a 10.2 % del total anual. Este clima se caracteriza porque las precipitaciones anuales son menores a las tasas de evaporación.

CLIMA EN EL ÁREA DEL PROYECTO

Para la zona del Proyecto se presenta el clima semiárido seco, tipo BS_1 (h´)w. Como se mencionó anteriormente, la temperatura media anual varía entre 22 °C y 18 °C. La mayor parte de las lluvias se presentan en verano y el porcentaje de lluvia invernal es de 5 % a 10.2 % del total anual. Las precipitaciones anuales son menores a las tasas de evaporación, el más seco del grupo de los secos (Figura IV.3).

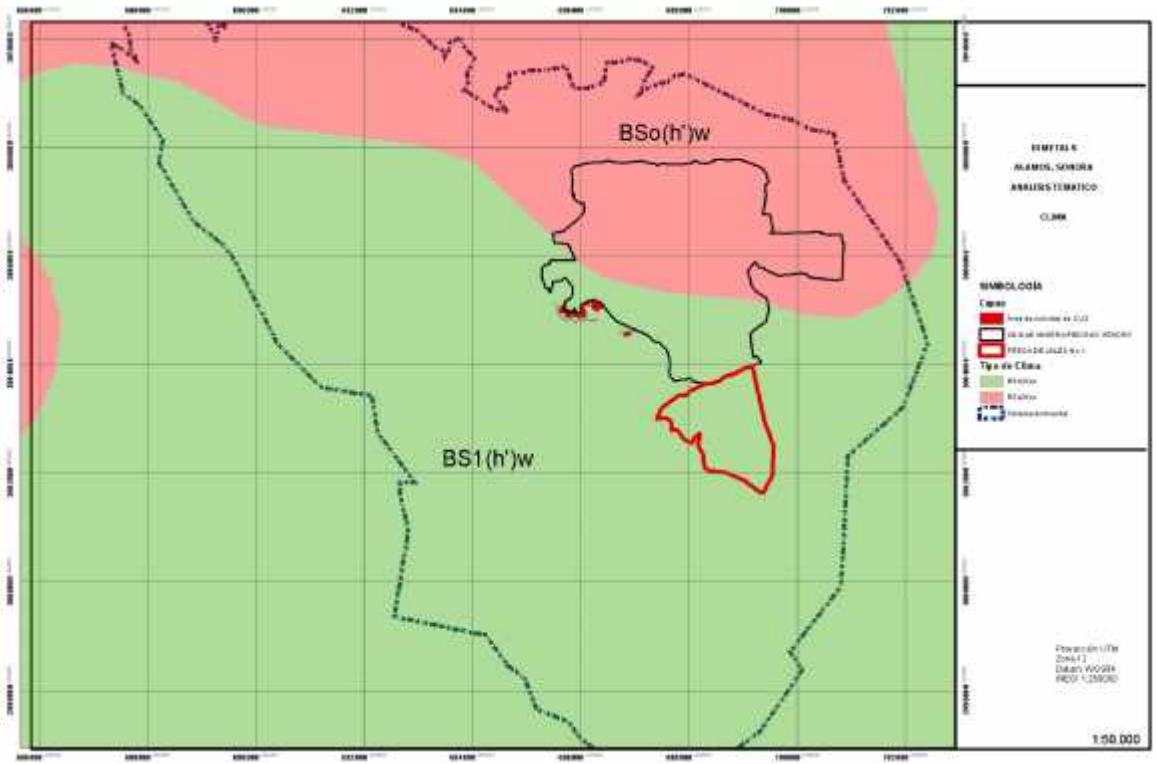


Figura IV.3. Tipos climáticos presentes en el Sistema Ambiental y en el área de Proyecto.

ESTACIONES METEOROLÓGICAS

Para realizar el análisis de las condiciones meteorológicas en el sistema ambiental y en el Proyecto, se realizó la consulta de las medias climáticas y otras variables, de las estaciones meteorológicas del Sistema Meteorológico Nacional (SMN-CNA, 2007) que se ubican dentro del área de influencia. Estas variables son monitoreadas por tres estaciones, de las cuales se obtuvieron datos de medición de 59 años (1951-2010). Las tres estaciones mencionadas son Presa Adolfo Ruiz Cortines (clave 26024), Minas Nuevas (26053) y Tres Hermanos (26102).

En el sistema ambiental definido y en el Proyecto, la temperatura anual promedio es de 24.5 °C, con una máxima de 37.1 °C y una mínima de 13 °C. Las temperaturas más altas se presentan entre mayo y junio, mientras que las más bajas entre diciembre y enero. La precipitación anual promedio asciende a los 614 mm; durante los meses más lluviosos (julio y agosto), se presentan precipitaciones por sobre los 160 mm, mientras que en el periodo más seco (entre abril y mayo) el agua caída no alcanza los 5 mm (Tabla IV.2; Figura IV.4).

Tabla IV.2. Temperatura y precipitación del Sistema Ambiental definido para el Proyecto.

TEMPERATURA (°C)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Máxima	31.2	33.4	36.2	38.1	41.1	42	39.8	39.3	39.6	38.2	34.4	32.1	37.1
Media	18	19.1	20.7	23.6	26.6	30.3	30.1	29.1	28.9	26.4	22.1	18.6	24.5
Mínima	5.7	7	7.9	10.3	12.9	18.5	21	20.2	20.5	15.8	10	6.4	13
Precipitación	23.7	16.1	8.1	3.7	2.7	24.3	165.9	174.3	106.7	43.5	14.9	30.2	614

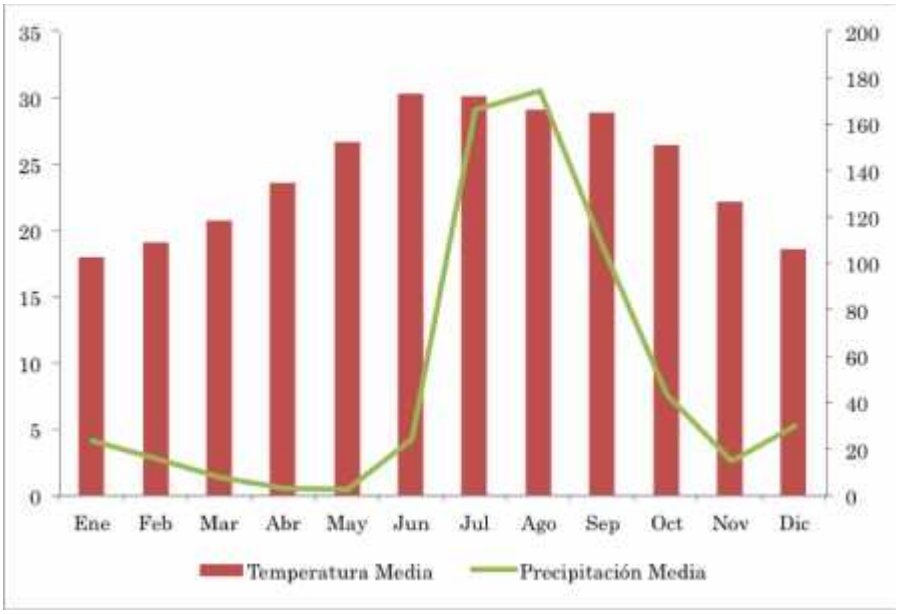


Figura IV.4. Climograma del sistema ambiental definido para el proyecto Presa de Jales 2 Segunda Etapa.

EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS

El fenómeno meteorológico más común, después de la precipitación, es el de las tormentas eléctricas, se registran 41 eventos de este tipo en el año. Se podría considerar a este fenómeno

como muy frecuente, pues coincide con el registro de precipitación, ya que esta se registra 47.2 días al año.

Otros incidentes climáticos que se presentan son días con niebla y granizadas, aunque son relativamente raros. Los primeros tienen una ocurrencia de 15 eventos anuales, mientras que las granizadas se presentan una vez al año. El sistema ambiental y a zona del Proyecto se encuentra dentro de una zona del país donde no se registra presencia de heladas (Figura IV.5).

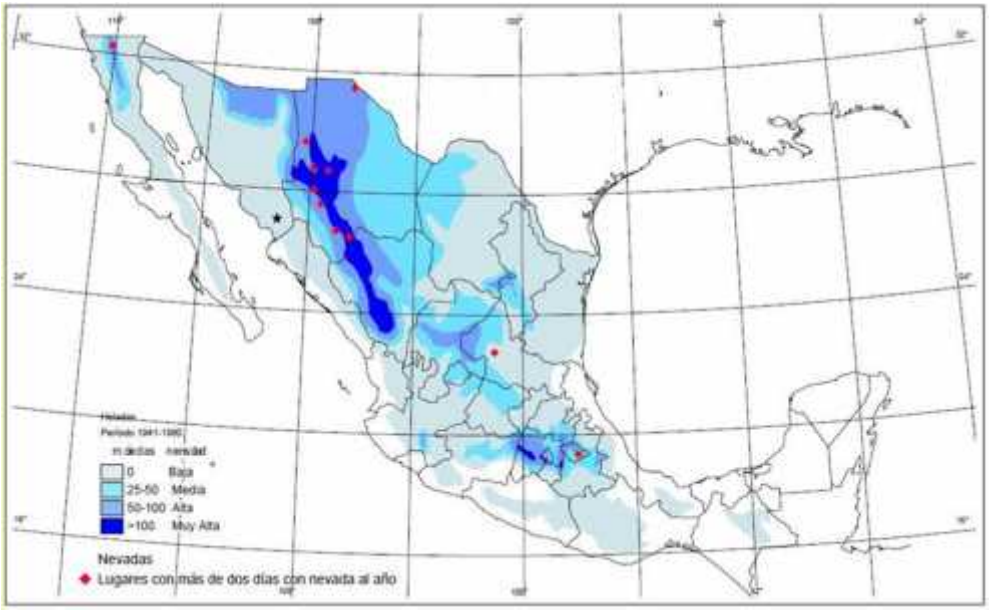


Figura IV.5. Registro de heladas en la república mexicana.

GEOLOGÍA Y UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

En el estado de Sonora la geología está constituida principalmente por rocas sedimentarias, casi todas de edad cretácica; acarreos de gravas y arenas cuyos grandes espesores fueron depositados durante el Terciario y épocas más recientes.

Las rocas más antiguas, de la edad Carbonífero-Pérmico, consisten principalmente de limnolitas, ortocuarcita y caliza; afectadas por metamorfismo regional de facies esquistos verdes y metamorfismo de contacto asociado a la intrusión de un batolito laramídico, con desarrollo de zonas de hornfels y skarn. Se presentan como colgantes de la porción noroeste de Álamos. Se correlacionan con la Formación Río Fuerte y con rocas similares del Paleozoico superior de San José de García en el norte de Sinaloa (SGM, 2004).

GEOMORFOLOGÍA Y FISIOGRAFÍA

En el municipio de Álamos, el 47 % de la superficie presenta rocas ígneas extrusivas, el 24.65 % rocas ígneas intrusivas, las rocas sedimentarias abarcan el 19.29 %, mientras que las rocas metamórficas el 4.37 %. El 3.85 % de la superficie corresponde a cuerpos de agua.

La unidad litológica más antigua es una sucesión metasedimentaria compuesta de filitas, pizarras, metacuarcitas, metarcosas y esquistos. Estas rocas presentan variabilidad en el nivel de metamorfismo, así como en la resistencia a la erosión y el intemperismo.

El paquete metamórfico está intrusionado por un cuerpo de dimensiones batolíticas con distintas fases, la fase principal es la granodiorita. El batolito (formado en el Cretácico Tardío en relación con la Revolución Laramídica) es poco resistente a la erosión y en algunos lugares desarrolla intemperismo esferoidal. Está expuesto en la mayor parte del camino de Álamos a El Tábelo, mostrando que su textura es más gruesa en el sur que en las inmediaciones de la localidad.

En el área afloran también otros cuerpos intrusivos previos a los causantes de la mineralización. La composición de dichos cuerpos varía de cuarzodiorita a cuarzomonzonita, mientras que su textura es equigranular y de grano fino, aunque llega a apreciarse un grano medio con una coloración de grisácea a verdosa. Aproximadamente a 2 km al noroeste de la localidad, se reconoce una cuarzomonzonita que intemperiza en tonalidad grisácea, con textura de grano medio a grueso equigranular.

También se han reportado en el municipio andesíticos con fenocristales de plagioclasas y hornblenda del Eoceno Medio. Al suroeste del depósito existe una unidad de rocas volcánicas ácidas, resistente a la erosión y que muestra echados al NE. Se considera que corresponde al vulcanismo calcoalkalino riolítico-ignimbrítico de la Sierra Madre Occidental.

La unidad más joven que aflora en el municipio corresponde a una sucesión sedimentaria continental de actitud horizontal que aflora al norte del poblado El Tábelo. Dicha sucesión está constituida por arenas sucias de grano medio y gravas sostenidas por clastos sub-redondeados de rocas volcánicas con estratificación burda y actitud sub-horizontal de edad Plio-cuaternaria.

En cuanto al sistema ambiental definido para el Proyecto, la configuración geológica de la parte sur pertenece al terciario continental, cenozoico superior e inferior, con presencia de material clástico, areniscas y conglomerados, con permeabilidad de media a alta generalizada. En su porción norte la configuración geológica es del Pleistoceno reciente, con terrazas marinas, gravas, arenas y limos, además de depósitos aluviales y lacustres con permeabilidad de media a alta.

En el sitio del Proyecto se reconocen rocas sedimentarias marinas del Cretácico Superior; predominantemente arcillosas (lutitas, limnolitas y calizas arcillosas), con permeabilidad baja y localizada (Figura IV.6).

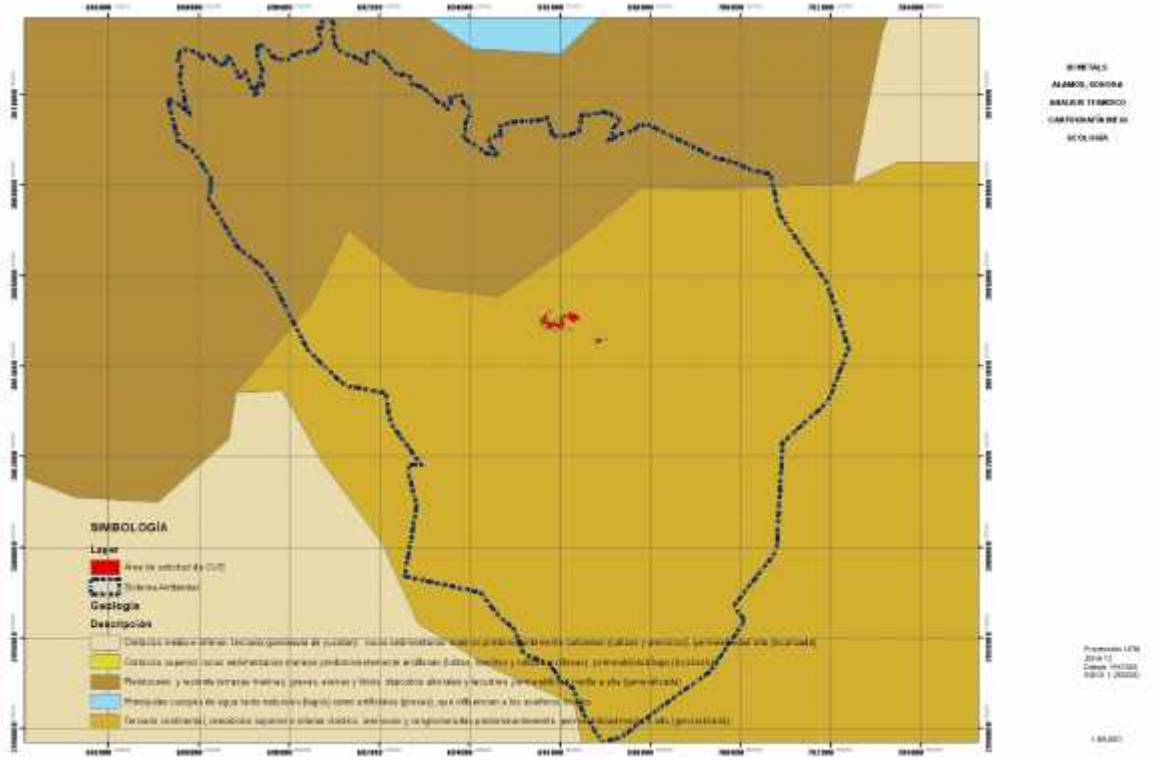


Figura IV.6. Geología del sistema ambiental definido para el Proyecto.

Fisiográficamente, el estado de Sonora queda comprendido dentro de cuatro provincias:

a) **Sierra Madre Occidental**. Se divide en cuatro subprovincias, denominadas Sierras y Valles del Norte, Sierras y Cañadas del Norte, Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses, y Pie de la Sierra.
b) **Llanura Sonorense**. Dividida en tres subprovincias, la del Desierto de Altar, la Sierra del Pinacate y la de Sierras y Llanuras Sonorenses, comprende más del 50 % del estado de Sonora.
c) **Sierras y Llanuras del Norte**. Conformada por cinco subprovincias, sólo la que corresponde a Llanuras y Médanos del Norte está presente en Sonora.
d) **Llanura Costera del Pacífico**. La subprovincia que se presenta en el estado de Sonora es la de Llanura costera y Deltas de Sonora y Sinaloa.

La Sierra Madre Occidental es un gran sistema montañoso, formado por la acumulación de material volcánico, con espesores que oscilan de 1, 500 m a 1, 800 m. Se extiende con dirección noroeste-sureste, con prominencias de hasta 3, 000 msnm; presenta una importante escarpa hacia el occidente, en tanto que baja gradualmente en la región central del país. Sus particulares condiciones geológicas y climatológicas han formado profundos cañones con paisajes espectaculares como el Cañón del Cobre. Comprende parte de los estados de Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Durango, Zacatecas, Nayarit, Aguascalientes y Jalisco.

La cuenca hidrológico-forestal Río Mayo, se encuentra en la Sierra Madre Occidental, específicamente en la subprovincia del Pie de la Sierra (Figura IV.7). Esta subprovincia forma un cinturón orientado NNW-SSE que inicia aproximadamente en el paralelo 28° N (extremo N de la presa Álvaro Obregón, también conocida como El Oviachic) prolongándose hacia latitudes más bajas, hasta internarse en Sinaloa.

En su porción de Sonora, la subprovincia del Pie de la Sierra se caracteriza por topoformas serranas con lomeríos y valles asociados que varían en altura entre 200-1, 200 msnm. Esta subprovincia muestra rasgos fisiográficos que representan una transición entre las formas de relieve alto de la subprovincia de la Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses, de la misma Sierra Madre Occidental, y aquellas encontradas hacia la costa.

El sistema ambiental definido para el Proyecto, ubicado en la parte media de Sonora, comprende algunas zonas con elevaciones que llegan a los 1, 500 msnm, como la Sierra de Álamos. Hacia la zona sur de la cuenca se van encontrando unidades de menor altitud que llegan a los 100 msnm, entre las que se encuentran zonas de piedemonte, lomeríos, el sistema fluvial del río Fuerte y algunas corrientes intermitentes, como el río Cuchujaqui y sus afluentes.

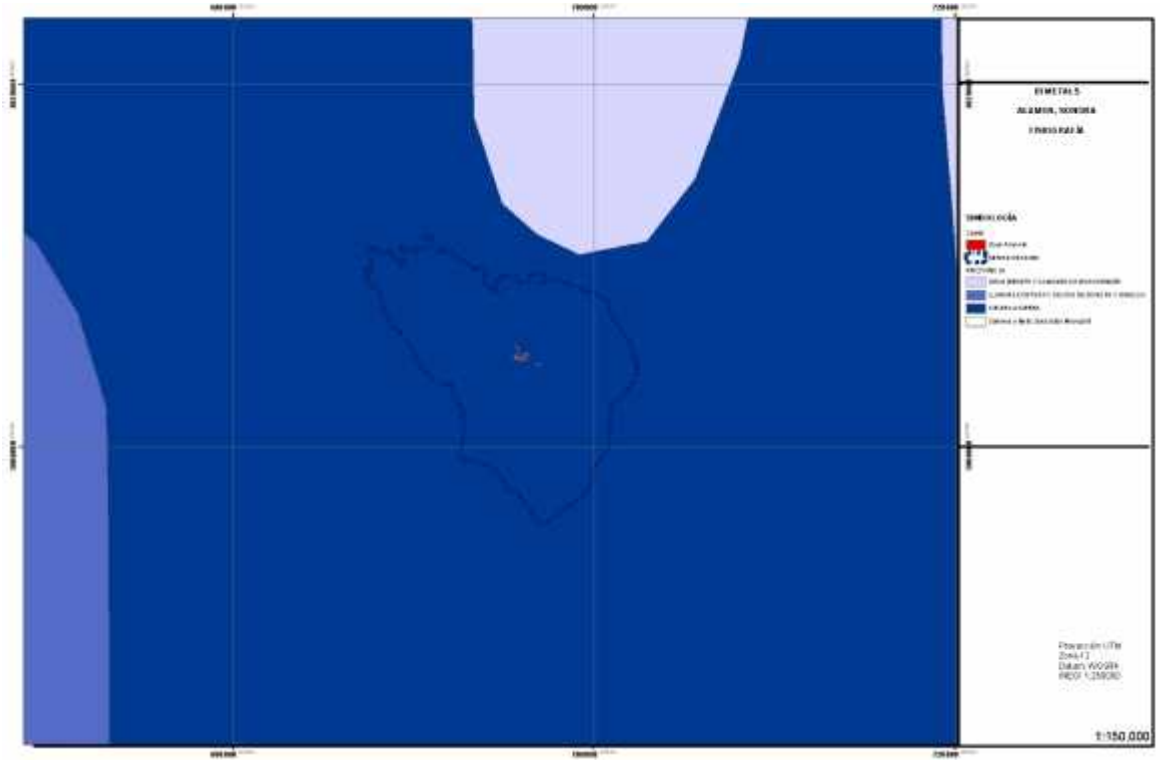


Figura IV.7. Fisiografía del sistema ambiental definido para el Proyecto Presa de Jales 2 Segunda Etapa.

CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS DEL SITIO DE PROYECTO

Las formas del terreno en general, comparten un origen por procesos denudatorios o erosivos con influencia de rasgos endógenos. Se reconoce una unidad geomórfica que consiste un valle relativo de origen erosivo que se extiende con orientación NNE-SSW desde más al sur de La Higuera, hasta Nuevo Piedras Verdes. Está flanqueado en el oriente por una serranía escarpada con alturas variables y en el poniente por la unidad geomórfica II. Su piso, en general, lo constituye el batolito laramídico siendo característico que el material residual acumulado sea muy delgado o no existente, lo que sugiere que el intemperismo químico actuando sobre la litología granítica es el proceso más efectivo de denudación. La baja resistencia del granitoide, en comparación con la de las litologías que lo bordean, aunado al hecho de que algunas de ellas (como la Formación Báucarit) se formaron en elementos negativos del terreno, indica que en este lugar ha ocurrido el fenómeno de inversión topográfica.

PRESENCIA DE FALLAS Y FRACTURAS

Los eventos tectónicos en el estado han generado una gran cantidad de fallas, fracturas y lineamientos, por lo cual abundan las zonas de cizalla y los espejos de fallas. La mayor parte corresponde a estructuras de alto ángulo que muestran evidencia de movimiento en sentido lateral y del tipo normal. Además, en la región se reconoce fallamiento de empuje de bajo ángulo. Estas estructuras son rasgos muy antiguos y no hay evidencia de fallamiento reciente en el área.

El tectonismo que ha sufrido la región, en diversas épocas geológicas, es intenso en las inmediaciones de las fallas, lo cual ha resultado en el fracturamiento de la roca. En su momento, el fracturamiento asociado al tectonismo sirvió de preparación del terreno para el emplazamiento de los cuerpos porfídicos y para la generación del yacimiento mineral. Por otra parte, debido a sus características isotrópicas originales, el fracturamiento es menos evidente en el cuerpo batolítico. Con lo anterior, se puede concluir que el fracturamiento muestra una distribución irregular y heterogénea.

SISMICIDAD

La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas que fueron definidas y zonificadas en base a los siguientes elementos: 1) los catálogos de sismos de la República Mexicana desde inicios de siglo, 2) los registros históricos de grandes sismos y 3) 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. La zona A no tiene 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. La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad. Las otras dos zonas (B y C) son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

Basados en ésta regionalización sísmica de la República Mexicana, publicada en el Capítulo "Riesgos Geológicos" del Diagnóstico de Peligros e Identificación de desastres en México (CENAPRED, 2001), es posible determinar que la zona del proyecto se ubica en la zona "B", la cual está localizada en la vertiente del Pacífico este, centro del país y una pequeña parte al sur del Golfo de California y se caracteriza por acontecer eventos esporádicamente, de peligro moderado (Figura IV.8).



Figura IV.8. Regionalización sísmica de la república mexicana. El círculo rojo señala la ubicación aproximada del proyecto.

DESLIZAMIENTOS Y DERRUMBES

De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos (Secretaría de Gobernación, 1994) y la ubicación geográfica del Sistema Ambiental definido no presenta condiciones de riesgo por fenómenos naturales de deslizamientos de tierra. El área no presenta riesgo por derrumbes, a no ser por pequeños deslizamientos de material suelto por laderas.

ACTIVIDAD VOLCÁNICA

De acuerdo al CENAPRED, la zona no es susceptible de actividad volcánica y no hay evidencia en la región de que esté activo algún proceso de extrusión de magmas.

SUELOS

El suelo constituye un recurso natural que no es renovable, por lo menos dentro de la escala de tiempo humana. Desempeña funciones como reactor natural y hábitat de organismos, por lo que es de vital importancia conocer los tipos de suelos y sus características dentro de la zona de estudio.

De acuerdo con el INEGI (carta edafológica 1:250 000), y con base en las Cartas Edafológicas (escala 1:250 000) los suelos dominantes a nivel municipal son el Regosol, Leptosol y Phaeozem (Tabla IV.3 y Figura IV.9). Los suelos presentes en el sistema ambiental definido para el Proyecto corresponden a Regosol, Cambisol y Litosol (Figura IV.10).

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

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

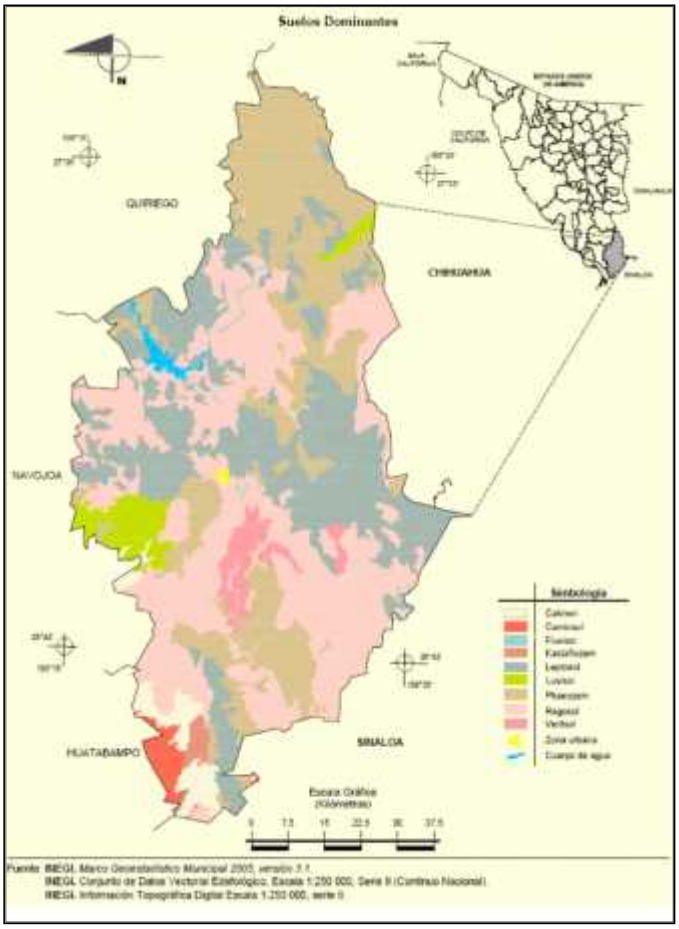


Figura IV.9. Tipos de suelo en el municipio de Álamos, Sonora.

REGOSOLES (R)

Los regosoles forman un grupo que contiene a los suelos que no pueden acomodarse en ninguna otra unidad. En la práctica, son unidades minerales débilmente desarrolladas en materiales no consolidados, no presentan un horizonte mólico o úmbrico, son muy parecidos a la roca madre y poco someros o muy ricos en grava. No presentan horizontes de diagnóstico, tienen textura variable y su perfil de desarrollo es mínimo, como consecuencia de la edad joven o la baja formación de suelo. Conceptualmente, representan el estado inicial de la pedogénesis de materiales recién depositados y expuestos al intemperismo.

Estos suelos tienen muy poca utilidad agrícola en las zonas áridas, ya que son muy pobres en nutrientes y prácticamente infértiles. Su baja capacidad de retención de humedad requiere de irrigación cuando se les utiliza con fines de cultivo.

Muchos Regosoles son utilizados para el pastoreo extensivo. Sin embargo, en las regiones montañosas son delicados y su mejor uso es dejarlos bajo la cubierta forestal.

En el sistema ambiental definido para el Proyecto se presenta el subtipo regosol eútrico, en la parte central, ocupando cerca del 50 % de la superficie (Figura IV.10). Este suelo se caracteriza por ser más ácido que alcalino y es el más fértil de los Regosoles.

CAMBISOLES (B)

Los Cambisoles combinan suelos con formación de por lo menos un horizonte subsuperficial incipiente. La transformación del material parental es evidente por la formación de estructura y decoloración principalmente parduzca, el incremento en el porcentaje de arcilla y/o la remoción de carbonatos. Son suelos que tienen, por lo menos, un principio de diferenciación de horizontes en el subsuelo, evidentes por cambios en la estructura, color, contenido de arcilla o contenido de carbonato.

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

Se presentan en terrenos llanos a montañosos, en todos los climas y un amplio rango de tipos de vegetación. Están bien representados en regiones templadas y boreales, que estuvieron bajo la influencia de glaciaciones durante el Pleistoceno.

En el sistema ambiental definido para el Proyecto se presentan dos subtipos: Cambisol crómico (Bc), que se caracteriza por ser de color rojizo o pardo oscuro y por tener una gran capacidad para retener nutrientes; y Cambisol eútrico (Be), el cual es rico en nutrientes, saturados de bases en más del 50 %, entre los 20 y 100 cm de profundidad. El primero presenta una mayor extensión, sobre la parte Este el sistema ambiental, y el segundo se restringe en la parte Norte de la misma (Figura IV.10). El tipo Cambisol crómico es el suelo que se desarrolla en el área del Proyecto.

LITOSOLES (L)

Los Litosoles son suelos no evolucionados resultado de fenómenos erosivos, que se han formado sobre roca madre. Estos suelos se componen en gran parte por arenas y en menor escala por limos y arcillas, se caracterizan por su profundidad menor de 10 cm, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido. Su fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión son muy variables dependiendo de otros factores ambientales. El uso de estos suelos depende principalmente de la vegetación que los cubre. En el sistema ambiental definido para el Proyecto se desarrollan en una pequeña fracción de la parte Este del mismo (Figura IV.10).

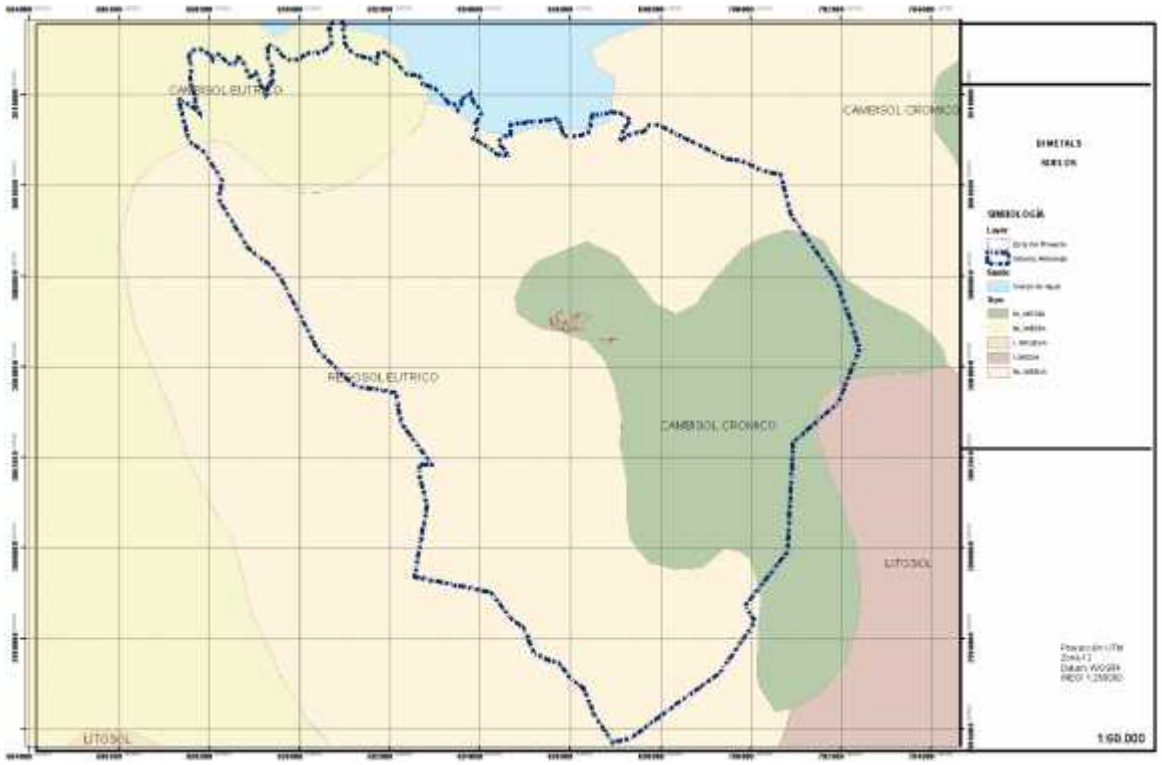


Figura IV.10. Suelos del Sistema Ambiental definido para el Proyecto.

EROSIÓN DEL SUELO

Martínez y Fernández (1983), estimaron la variación espacial de la erosión en el país, a través del cálculo de la relación entre la producción de sedimentos y el área de drenaje de sus diferentes subregiones hidrológicas. Basándose en las estimaciones de estos autores, se puede afirmar que el sistema ambiental definido para el Proyecto está ubicado en la subregión 9, la cual está definida por una degradación de suelo del orden de 2 a 3 t/ha/año (toneladas por hectárea al año), considerada como erosión leve.

Para una estimación más particular en el sistema ambiental definido para el Proyecto se utilizó la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS):

$$E = R*K*L*S*C*P$$

Dónde: E= Erosión del suelo (t/ha/año); R= Erosividad de la lluvia (Mj/ha) (mm/ha); K= Erosionabilidad del suelo; L= Longitud de pendientes; S= Grado de pendiente; C= Factor de vegetación; P= Factor de prácticas mecánicas.

Dadas las condiciones actuales del sistema ambiental, la erosión se estima en 3.786 t/ha/año, mientras que para la zona del Proyecto se estima en 0.72 t/ha/año. Por lo que se considera que tanto en el Sistema Ambiental como en la zona de Proyecto se tiene una erosión leve.

HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA

HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

En México se han realizado distintos trabajos encaminados a definir la división hidrográfica nacional; ejemplo de ello es el esfuerzo de dividir al país en 37 regiones hidrológicas de la Secretaría de Recursos Hidráulicos en 1946; esta división se realizó siguiendo criterios hidrográficos. Posteriormente, 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 agrupadas de acuerdo a los rasgos orográficos e hidrográficos que presentan, distinguiendo a cada región hidrológica por su relieve y escurrimientos y agrupando a aquéllas que presentan características similares.

Considerando la clasificación de cuencas para el Sistema Hidrológico Nacional, el Sistema Ambiental y el área de Proyecto se ubican dentro de la Cuenca A (Río Mayo), que presenta las siguientes características:

- Área de escurrimiento: 12 286 km^2
- Precipitación media anual en la cuenca: 517 mm
- Coeficiente de escurrimiento: 14.1 %
- Vol. de escurrimiento anual: 861 mm^3

Considerando la clasificación de cuencas para el Sistema Hidrológico Nacional, el área donde se ubica el Proyecto es la región Hidrológica No. 9 (Sonora Sur), Cuenca A (Río Mayo), Sub Cuenca b (Río Mayo–Presa Adolfo Ruiz Cortines).

Los escurrimientos de la cuenca del río Mayo se controlan en Chihuahua con la presa Abraham González y en Sonora con la presa Adolfo Ruiz Cortines (Mocúzari).

La corriente principal es el río Mayo, que procede del estado de Chihuahua y cruza el municipio de Álamos de oriente a poniente. Su cuenca tiene 11 130 km^2, la longitud del río es de 350 km y presenta una pendiente promedio de 0.68 % con dirección preferencial noreste-suroeste. Confluye con el río Babanori a una elevación de aproximadamente 380 msnm, donde el río Mayo cambia su curso en dirección sur y entra a territorio sonorense hasta llegar a la presa Adolfo Ruiz Cortines (Mocúzari). Después de la presa, el río toma una dirección hacia el oeste donde cambia su curso hacia el suroeste, hasta desembocar en el Golfo de California (CNA, 2002) (Figura IV.11).

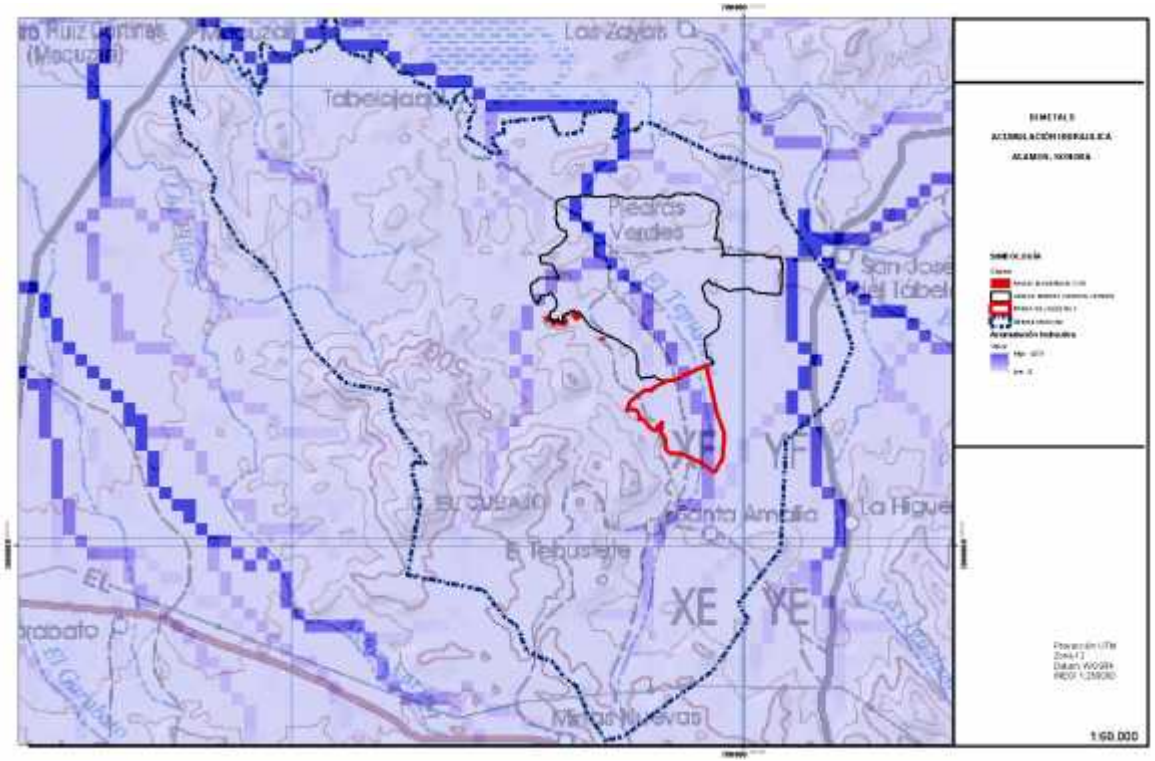


Figura IV.11. Hidrología del área del Proyecto Presa de Jales 2 Segunda Etapa.

La presa Mocúzari es uno de los cuerpos de agua más cercano al sitio del Proyecto, ubicándose aproximadamente a 7.5 km. Representa el reservorio de mayor relevancia para el municipio de Álamos y la región baja del río Mayo. La presa tiene una capacidad de almacenamiento de 1, 386 hm^3 y su captación media anual es de 973.7 hm^3.

ESCURRIMIENTOS DE LA MICROCUENCA

La configuración topográfica de la microcuenca donde se inserta el Proyecto presenta un pequeño "corredor" flanqueado por cerros, lomeríos y sierras bajas, que mantienen una pendiente descendente en dirección norte hacia la presa Adolfo Ruiz Cortines. Todas las corrientes en el sistema ambiental son efímeras y transportan agua solamente después de la ocurrencia de un evento de precipitación de una magnitud que permite el escurrimiento.

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

HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

De acuerdo con estudios geohidrológicos previos, las características del agua subterránea son uniformes en toda el área de estudio, la cual es definida a partir de las características físicas e hidrológicas de las rocas formadoras, así como de los materiales granulares; en estos últimos se estima la posibilidad de contener o no agua.

La zona del Proyecto se encuentra asentada en el área administrativa del acuífero San Bernardo, una de las más grandes de la región sur del estado de Sonora, sus dimensiones son propiamente las de la subcuenca del mismo nombre con una superficie de 9,674 km^2.

En Sonora forma parte de la cuenca del río Mayo, cuyas descargas superficiales y subterráneas confluyen hacia la presa Adolfo Ruiz Cortines. En Chihuahua tiene su mayor extensión, corresponde con la porción E-NE donde se encuentran los acuíferos Moris, Alta Babícora, Baja Babícora, Valle Madera, Madera, Cuauhtémoc, Balsas del Hueco, Álamo-Chapo y Guerrero-Yepomera. Es considerado administrativamente, por la Región Noroeste de la Comisión Nacional del Agua, como acuífero San Bernardo con la clave 2658.

Dentro de los límites del acuífero San Bernardo, el REPDA (Registro Permanente de Derechos de Agua) tiene titulados 224 pozos. La mayoría de ellos localizados en áreas de bancos aluviales, valles intermontanos rellenos con sedimentos fluvio-aluviales y en rocas fracturadas, principalmente volcánicas intrusivas y extrusivas.

En la porción del estado de Chihuahua es donde se realiza la mayor extracción de agua subterránea con caudales capaces de sostener la agricultura de esa región; en el estado de Sonora la explotación del acuífero es muy pequeña.

En 2004, el estudio de Evaluación Hidrogeológico del Acuífero San Bernardo, municipio de Álamos, Sonora, de acuerdo a la Norma NOM-011-CNA-2000 para evaluar la disponibilidad de

agua subterránea, determinó que existe una disponibilidad de agua en el acuífero de 62.8 hm^3/año.

Localmente, en la zona donde se inserta el Proyecto –y también donde se ubica la Planta de Flotación de Bi Metals y la unidad minera Piedras Verdes- se tiene identificada una formación superior granular de tipo libre la cual subyace al arroyo El Tepustete, formado por aluvión de edad reciente, en donde se presentan niveles freáticos cercanos a la superficie (5 a 10 m). Este flujo general del agua subterránea va desde el sur y suroeste de la zona hacia la porción norte, y se considera como sub-superficial, con rendimientos casi nulos y con dinámica fuertemente influenciada por la precipitación.

El acuífero, propiamente dicho, se tiene identificado a profundidades mayores a los 80 m, lo cual se ha podido confirmar a partir de la actual operación minera presente en la zona.

CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA

Específicamente, en los alrededores de la zona donde se ubicará el Proyecto, se han realizado monitoreos constantes de agua, derivado de la misma actividad minera. Los datos indican que el pH del agua superficial se encuentra entre 5.73 y 6.11, considerado como un pH ligeramente ácido. Este valor sobresale en cuanto a la cantidad de organismos coliformes fecales (OCF) producto de la constante descarga de aguas residuales en los poblados.

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

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

IV.2.1.2 ELEMENTOS DEL MEDIO BIÓTICO

VEGETACIÓN

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

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

VEGETACIÓN EN EL SISTEMA AMBIENTAL

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

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

1. Manglar y dunas costeras, típicos de la costa sonorense.
2. Matorral sarcocaule, mezquital y selva baja caducifolia, la cual se desarrolla con el aumento de altitud y corresponde a la comunidad más septentrional del continente americano.
3. Bosque de encino, de pino-encino y pino, en su parte más serrana.
4. Vegetación riparia, que se desarrolla en los cañones, arroyos y barrancas de la cuenca.
5. Pastizal inducido.

La vegetación natural reportada como predominante en el Sistema Ambiental definido para el Proyecto corresponde al Bosque Tropical Caducifolio (Rzedowski, 1978) o Selva Baja Caducifolia (Miranda y Hernández X., 1963), ocupando una superficie de 7,628.15 ha. La selva baja caducifolia del Sistema Ambiental se desarrolla en un piso altitudinal que va de los 250 a los 750 msnm y, tal como lo señalan Rzedowski (1978) y Lott *et al*. (1987), se mantiene sobre suelos someros pedregosos en laderas de lomeríos.

En la superficie restante del Sistema Ambiental (5,063.68 ha) se presenta el uso de suelo minero y el agropecuario rodeado de zonas alteradas de selva baja caducifolia, donde la ausencia de elementos arbóreos propios de la selva da lugar a la dominancia de elementos arbustivos de especies como *Acacia cochliacantha*, *A. constricta*, *Mimosa brandegei* y opuntias (Figura IV.12).

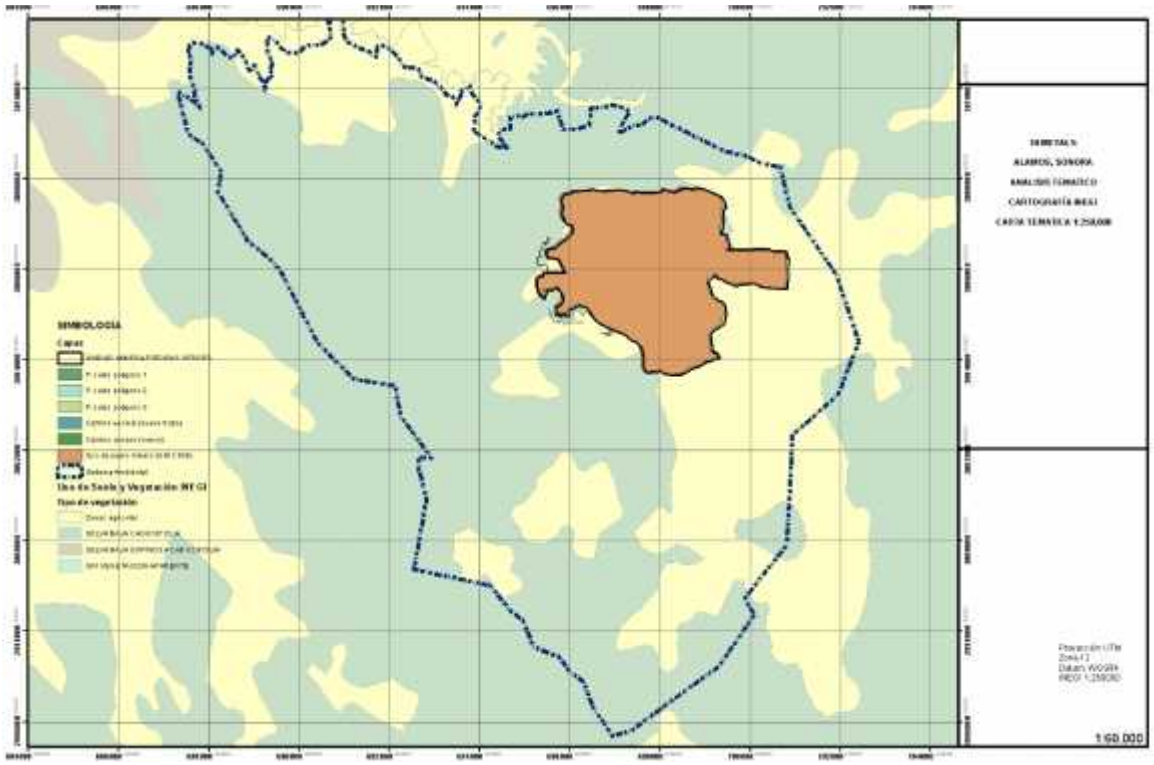


Figura IV.12. Tipo de vegetación presente en el Sistema Ambiental definido para el proyecto Presa de Jales 2 Segunda Etapa.

Selva Baja Caducifolia

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

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

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

Florísticamente, se estiman 6, 000 especies en la Selva Baja Caducifolia del país, entre las cuales 40 % (2, 400 sp.) son consideradas endémicas (Flores y Gerez, 1994). Trejo (1998) documentó a partir de trabajo de campo en veinte zonas de 1, 000 m^2 con presencia de Selva Baja Caducifolia a lo largo del territorio nacional, la presencia de 368 géneros y 76 familias de especies vasculares. Entre los géneros mejor representados se encuentran *Bursera*, *Acacia*, *Croton*, *Mimosa*, *Euphorbia*, *Ipomoea*, *Jathropha*, *Lonchocarphus*, *Randia* y *Cordia*. Otros géneros también importantes en esas comunidades son *Caesalpinia*, *Stenocereus*, *Acalipha*, *Diospyros*, *Cephalocereus*, *Colubrina* y *Opuntia*. Las cinco familias mejor representadas son Fabaceae (Leguminosae), Euphorbiaceae, Asteraceae (Compositae) y Burseraceae.

En los declives occidentales de la Sierra Madre Occidental de Sinaloa, así como en algunas serranías aisladas de este Estado, la Selva Baja Caducifolia se halla confinada a las porciones inferiores de los macizos montañosos (300-1,200 msnm), y se encuentra muchas veces restringido a las laderas de los valles y de los cañones que han excavado los numerosos ríos de la región.

RIQUEZA DE ESPECIES FLORÍSTICAS EN EL SISTEMA AMBIENTAL

En la selva baja caducifolia del sistema ambiental se tiene el registro de 91 especies, pertenecientes a 69 géneros y 33 familias (Tabla IV.4).

Tabla IV.4. Familia, nombre científico y común de las especies vegetales pertenecientes al Sistema Ambiental definido para el Proyecto.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Acanthaceae	*Carlowrightia arizonica* A. Gray	
Aiozaceae	*Trianthema portulacastrum* L.	
Amaranthaceae	*Amaranthus hybridus* L.	Amaranto
Apocynaceae	*Vallesia glabra* (Cav.) Link	Citávaro
Asclepiadaceae	*Matelea* sp.	
Asparagaceae	*Agave* sp.	Mezcal
Asteraceae	*Ageratina sandersii*	
Asteraceae	*Melapodium sericeum*	
Asteraceae	*Montnoa rosei*	
Bignoniaceae	*Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex DC.) Standl.	Amapa
Bombacaceae	*Ceiba acuminata* (S. Watson) Rose	Pochote
Bombacaceae	*Pseudobombax palmeri*	
Boraginaceae	*Heliotropium* sp.	
Burseraceae	*Bursera fagaroides* (Kunth) Engl.	Torote pitillo
Burseraceae	*Bursera filicifolia* Brandegee	
Burseraceae	*Bursera laxiflora* S. Watson	Torote prieto
Burseraceae	*Bursera* sp.	
Cactaceae	*Cylindropuntia leptocaulis* (DC.) F.M. Knuth	Siviri, choya
Cactaceae	*Echinocereus sp.*	
Cactaceae	*Mamillaria* sp.	
Cactaceae	*Opuntia ficus-indica*	Opuntia sp.
Cactaceae	*Opuntia* sp.	
Cactaceae	*Opuntia wilcoxii* Britton & Rose	Nopal
Cactaceae	*Pachycereus pecten-aboriginum* (Engelm. ex S. Watson) Britton & Rose	Echo
Cactaceae	*Stenocereus thurberi* (Engelm.) Buxb.	Pitayo dulce
Chenopodiaceae	*Chenopodium sp.*	Quelite
Convolvulaceae	*Ipomoea arborescens* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) G. Don	Palo blanco
Convolvulaceae	*Ipomoea purpurea* (L.) Roth	
Cucurbitaceae	*Cucurbita palmata* S. Watson	
Euphorbiaceae	*Acalypha* sp.	
Euphorbiaceae	*Chamaesyce* sp.	
Euphorbiaceae	*Croton caboensis* Croizat	
Euphorbiaceae	*Croton francoanus* Müll. Arg.	
Euphorbiaceae	*Euphorbia* sp.	
Euphorbiaceae	*Jatropha cordata* (Ortega) Müll. Arg.	Papelillo
Euphorbiaceae	*Jatropha platyphylla* Müll. Arg.	Sangregrado
Euphorbiaceae	*Jatropha* sp.	
Fabaceae	*Acacia cochliacantha* Humb. & Bonpl. ex Willd.	Chirahul
Fabaceae	*Acacia constricta* Benth.	
Fabaceae	*Acacia farnesiana*	Vinorama
Fabaceae	*Acacia hindsii*	Regeteadera
Fabaceae	*Aeschynomene vigil* Brandegee	
Fabaceae	*Brongniartia alamosana* Rydb.	Palo piojo
Fabaceae	*Caesalpinia californica* (A. Gray) Standl.	Tabachín
Fabaceae	*Caesalpinia palmeri* S. Watson	
Fabaceae	*Caesalpinia platyloba* S. Watson	
Fabaceae	*Cassia emarginata* L.	Palo zorrillo
Fabaceae	*Cercidium praecox*	

Fabaceae	*Chamaecrista leptadenia* (Greenm.) Cockerell	
Fabaceae	*Diphysa* sp.	Hullochi
Fabaceae	*Haematoxylum brasiletto* H. Karst.	Palo brasil
Fabaceae	*Lonchocarpus* sp.	Lonchocarpus
Fabaceae	Lotus plebeius	
Fabaceae	*Lysiloma divaricatum* Hook. & Jackson	Mauto
Fabaceae	*Mimosa brandegei* B.L. Rob.	
Fabaceae	*Mimosa* sp.	
Fabaceae	*Parkinsonia aculeata* L.	Guacaporo
Fabaceae	*Parkinsonia praecox* (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	
Fabaceae	*Piscidia mollis* Rose	
Fabaceae	*Prosopis articulata* S. Watson	Mezquite
Fabaceae	*Senna atomaria* (L.) H.S. Irwin & Barneby	
Fabaceae	*Senna pallida* (Vahl) H.S. Irwin & Barneby	Sena
Fouquieraceae	*Fouquieria diguetii* (Tiegh.) I.M. Johnst.	
Malpighiaceae	*Malpighia emarginata* DC.	Granadilla
Moraceae	*Ficus cotinifolia* Kunth	Higuerilla
Myrtaceae	*Psidium sartorianum*	Arrayán
Nyctaginaceae	*Abronia gracilis* Benth.	
Poaceae	*Aristida adscensionis*	Tres barbas
Poaceae	*Paspalum distichum*	Grama dulce
Poaceae	*Pennisetum villosum* R. Br. ex Fresen.	
Poaceae	*Setaria parviflora* (Poir.) Kerguélen	
Polygonaceae	*Antigonon leptopus*	
Portulacaceae	*Portulaca oleracea* L.	
Rhamnaceae	*Karwinskia humboldtiana* (Willd. ex Roem. & Schult.) Zucc.	Cacachila, negrito
Rubiaceae	*Borreria* sp.	
Rubiaceae	*Hintonia latiflora* (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock	Copalquín
Rubiaceae	*Hintonia* sp.	
Rubiaceae	*Randia echinocarpa* Moc. & Sessé ex DC.	Papache
Rubiaceae	*Randia megacarpa* Brandegee	Papache
Rubiaceae	*Randia* sp.	Randia
Sapindaceae	*Filicium decipiens* (Wight & Arn.) Thwaites	
Sapindaceae	*Sapindus saponaria* L.	
Solanaceae	*Lycium* sp.	
Solanaceae	*Solanum elaeagnifolium*	Trompillo
Solanaceae	*Solanum* sp.	
Sterculiaceae	*Guazuma ulmifolia* Lam.	Guazima
Teophrastaceae	*Jacquinia macrocarpa* Cav.	
Teophrastaceae	*Jacquinia pungens* A. Gray	San juanico
Verbenaceae	*Aloysia sonorensis*	Mariola
Zygophyllaceae	*Guaiacum coulteri* A. Gray	Guayacán
Zygophyllaceae	*Tribulus cistoides* L.	

Las familias mejor representadas son Fabaceae con 25 especies, Euphorbiaceae y Cactaceae con 8 especies y Rubiaceae con 6 especies (Figura IV.13).

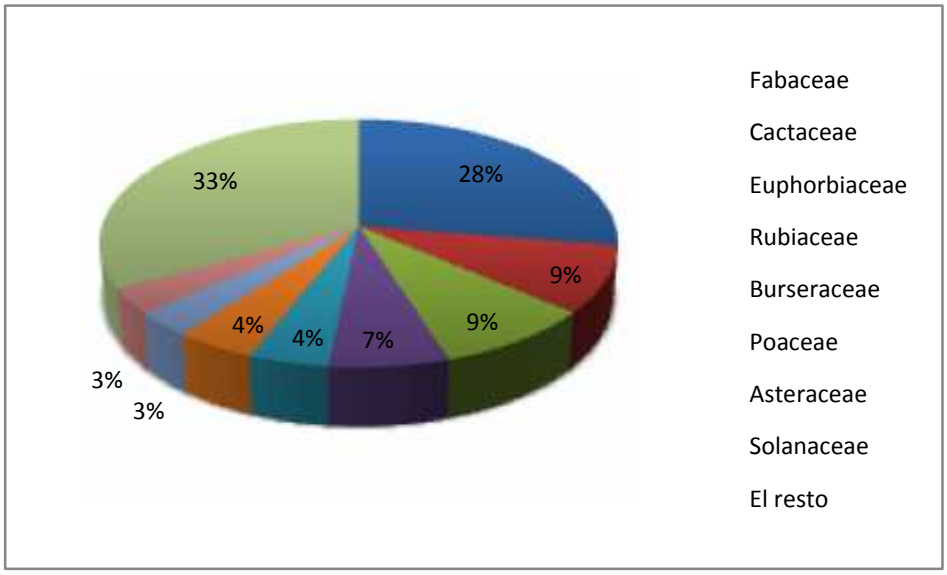


Figura IV.13. Porcentaje de especies de flora por familia en el sistema ambiental definido para el Proyecto.

ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA EN EL SISTEMA AMBIENTAL

La selva baja caducifolia del Sistema Ambiental presenta una densidad arbórea de 210 individuos por hectárea. El 64% de los árboles son categorizados como parte de la regeneración natural, con una categoría diamétrica que va de los 10 a los 25 cm; el 17% como arbolado joven, con una categoría diamétrica que va de los 25 a los 35 cm; y el 19% como arbolado maduro, con una categoría diamétrica mayor a los 35 cm (Figura IV.14).

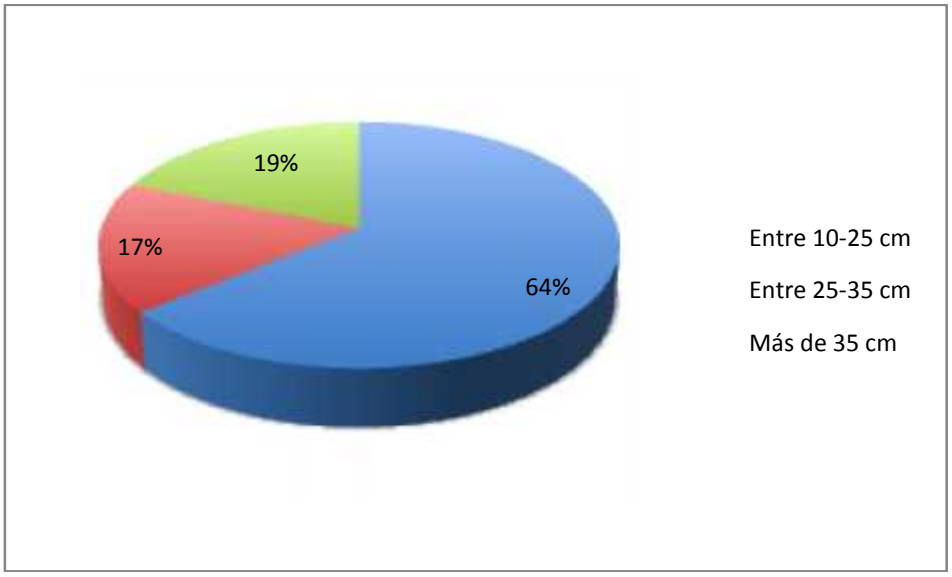


Figura IV.14. Categorización diamétrica de los árboles presentes en el Sistema Ambiental definido para el Proyecto.

Las especies arbóreas con mayor valor de importancia, tomando en cuenta su dominancia, frecuencia y abundancia relativas, son *Jatrhopa cordata*, *Bursera filicifolia*, *Lysiloma divaricatum*, *Tabebuia impetiginosa* y *Guaiacum coulteri*. La Tabla IV.5 presenta los valores de dominancia, abundancia, frecuencia y valor de importancia de las especies arbóreas en el sistema ambiental definido para el Proyecto.

Tabla IV.5. Índice de Valor de Importancia (V.I.) para las especies arbóreas registradas en el sistema ambiental definido para el Proyecto. D=dominancia; A=abundancia y F=frecuencia.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	D	A	F	V. I.
Euphorbiaceae	*Jatropha cordata*	Papelillo	17.90	23.26	56.25	97.42
Burseraceae	*Bursera filicifolia*	Bursera	23.16	17.82	44.44	85.42
Fabaceae	*Lysiloma divaricatum*	-	16.91	13.88	39.81	70.60
Bignoniaceae	*Tabebuia rosea*	Tabebuia	4.99	7.49	8.16	20.65
Zygophyllaceae	*Guaiacum coulteri*	Guayacán	5.58	5.54	7.50	18.62
Bombacaceae	*Ceiba acuminata*	Ceiba	5.93	3.77	5.67	15.37
Fabaceae	*Acacia cochliacantha*	-	4.35	4.40	5.12	13.87
Fouquieraceae	*Fouquieria diguetii*	-	4.25	4.79	4.59	13.63
Fabaceae	*Prosopis articulata*	-	5.13	4.47	2.40	11.99
Myrtaceae	*Psidium sartorianum*	Arrayán	4.47	3.11	2.40	9.97
Fabaceae	*Caesalpinia palmeri*	-	1.00	2.81	3.22	7.02
Fabaceae	*Haematoxylon brasiletto*	Palo de Brasil	1.55	2.05	1.71	5.31
Fabaceae	*Caesalpinia platyloba*	-	0.47	1.47	1.71	3.65
Fabaceae	*Mimosa brandegei*	Gatuño	0.89	0.79	0.23	1.91
Burseraceae	*Bursera fagaroides*	-	0.97	0.73	0.13	1.83
Rhamnaceae	*Karwinskia humboldtiana*	-	0.42	1.00	0.23	1.65
Teophrastaceae	*Jacquinia pungens*	Palo de San Juan	0.71	0.58	0.23	1.52
Rubiaceae	*Hintonnia latiflora*	Hamelia	0.34	0.79	0.35	1.49
Fabaceae	*Senna pallida*	-	0.33	0.69	0.09	1.10
Fabaceae	*Parkinsonia aculeata*	-	0.10	0.30	0.13	0.53
Fabaceae	*Lonchocarpus sp.*	-	0.15	0.20	0.01	0.36

DIVERSIDAD FLORÍSTICA

La medición de la biodiversidad se centra en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades; sin embargo, las comunidades no están aisladas en su entorno. Por ello, para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a su entorno, paisaje o unidad geográfica, se ha separado en alfa, beta o gamma.

La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que se le considera homogénea, la diversidad beta es el grado de cambio o remplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje, y la diversidad gamma es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, como resultado de la diversidad alfa y beta (Whitaker, 1972).

En este caso se evaluó la diversidad alfa, considerando el sistema ambiental como una comunidad homogénea. La riqueza de especies es la forma más simple de describirla y es la base de muchos modelos de estructura en comunidades (MacArthur y Wilson, 1967; Magurran, 1988), el índice de Margalef es uno de los más comunes para medirla.

Otros métodos o índices para medir la diversidad alfa están basados en variables de la estructura de la comunidad, como la abundancia y dominancia de las especies, que además aportan

información que permite tomar decisiones a favor de la conservación de especies o monitorear el efecto de las perturbaciones en el ambiente (Magurran, 1988); el índice de Shannon es un ejemplo de ello. El índice de Margalef o índice de biodiversidad de Margalef, estima la biodiversidad de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies, en función del número de individuos existentes en la muestra analizada, mediante la siguiente expresión:

$$I=(s-1)/Ln\ N$$

Donde *I* = biodiversidad, *s* = número de especies presentes, *N* = número total de individuos encontrados (pertenecientes a todas las especies) y *Ln* = logaritmo neperiano de un número.

Valores inferiores a 2.0 son relacionados con zonas de baja biodiversidad (en general resultado de efectos antropogénicos) y valores superiores a 5.0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad.

El índice de Shannon contempla la cantidad de especies presentes en un área determinada (riqueza florística) y la abundancia relativa de estas especies. Se calcula mediante la siguiente expresión: $H = -1*pi*ln(pi)$

Dónde: pi=ni/N; ni = número de individuos de la especie; N = total de individuos y S = número de especies.

Cabe hacer mención que este índice fluctúa entre 0 y 5.

En el sistema ambiental, la vegetación arbórea presenta un valor en el Índice de Margalef de 1.45 y en el Índice de Shannon de 1.23, por lo que en ambos casos la diversidad es considerada como baja (Tabla IV.6).

Tabla IV.6. Estimación del Índice de diversidad de Margalef (I) y de Shannon (H) para la vegetación arbórea en la microcuenca definida para el Proyecto.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	H	I
Euphorbiaceae	*Jatropha cordata*	Papelillo	0.24	-
Burseraceae	*Bursera filicifolia*	Bursera	0.19	-
Fabaceae	*Lysiloma divaricatum*	-	0.19	-
Bignoniaceae	*Tabebuia rosea*	Tabebuia	0.08	-
Zygophyllaceae	*Guaiacum coulteri*	Guayacán	0.07	-
Bombacaceae	*Ceiba acuminata*	Ceiba	0.06	-
Fabaceae	*Acacia cochliacantha*	-	0.06	-
Fouquieraceae	*Fouquieria diguetii*	-	0.06	-
Fabaceae	*Prosopis articulata*	-	0.04	-
Myrtaceae	*Psidium sartorianum*	Arrayán	0.05	-
Fabaceae	*Caesalpinia palmeri*	-	0.05	-
Fabaceae	*Haematoxylon brasiletto*	Palo de Brasil	0.04	-
Fabaceae	*Caesalpinia platyloba*	-	0.03	-
Fabaceae	*Mimosa brandegei*	Gatuño	0.01	-
Burseraceae	*Bursera fagaroides*	-	0.01	-
Rhamnaceae	*Karwinskia humboldtiana*	-	0.01	-
Teophrastaceae	*Jacquinia pungens*	Palo de San Juan	0.01	-
Rubiaceae	*Hintonnia latiflora*	Hamelia	0.01	-
Fabaceae	*Senna pallida*	-	0.01	-
Fabaceae	*Parkinsonia aculeata*	-	0.01	-
Fabaceae	*Lonchocarpus* sp.	-	0.00	-
Total			**1.23**	**1.45**

ESPECIES BAJO ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO EN EL SISTEMA AMBIENTAL

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

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VEGETACIÓN EN EL SISTEMA AMBIENTAL

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

VEGETACIÓN EN EL ÁREA DE PROYECTO

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

De acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI Serie II, el tipo de uso de suelo para el Proyecto corresponde en mayor medida al uso de suelo minero y zonas agrícolas; sin embargo, en campo se constata la presencia del tipo de vegetación de selva baja caducifolia (Figura IV.15).

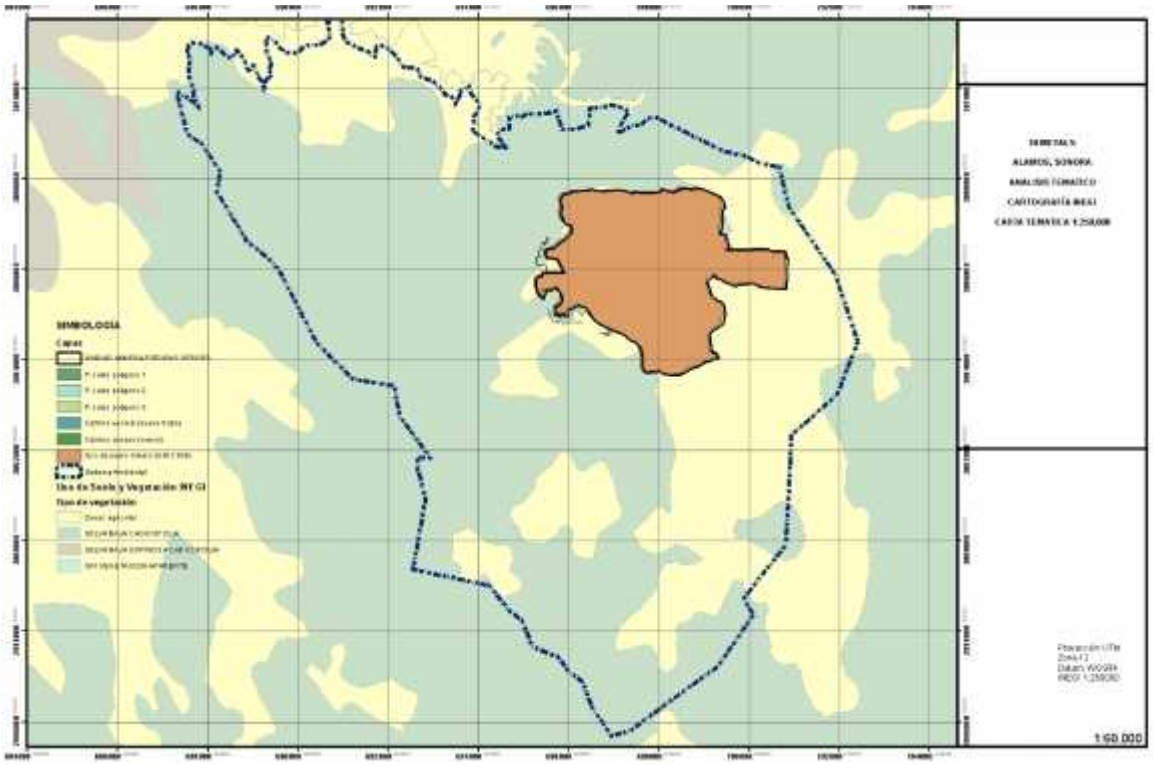


Figura IV.15. Vegetación potencial de la zona del Proyecto.

Con base en lo anterior se identificaron para el estudio 11 sitios de muestreo, con un área de 500 m^2, alcanzando una intensidad de muestreo mayor al 3.5 % del área sujeta al cambio de uso de suelo.

En las zonas de muestreo se registraron 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 m^2, fueron muestreados todos los arbustos y elementos de las familias Agavaceae y Cactaceae. En un cuadro central, con superficie de 1 m^2, 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 área del Proyecto.

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 Sistema Ambiental.

RIQUEZA DE ESPECIES

Se registraron un total de 37 especies, pertenecientes a 17 familias y 34 géneros (Tabla IV.7).

Tabla IV.7. Especies registradas en el área de Proyecto.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Asparagaceae	*Agave* sp.	Mezcal
Asteraceae	*Ageratina sandersii*	
Asteraceae	*Melapodium sericeum*	
Asteraceae	*Montnoa rosei*	
Bignoniaceae	*Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex DC.) Standl.	Amapa
Bombacaceae	*Ceiba acuminata* (S. Watson) Rose	Pochote
Bombacaceae	*Pseudobombax palmeri*	
Burseraceae	*Bursera fagaroides* (Kunth) Engl.	Torote pitillo
Burseraceae	*Bursera laxiflora* S. Watson	Torote prieto
Cactaceae	*Cylindropuntia leptocaulis* (DC.) F.M. Knuth	Siviri, choya
Cactaceae	*Mamillaria* sp.	
Cactaceae	*Opuntia ficus-indica*	
Cactaceae	*Pachycereus pecten-aboriginum* (Engelm. ex S. Watson) Britton & Rose	Echo
Cactaceae	*Stenocereus thurberi* (Engelm.) Buxb.	Pitayo dulce
Convolvulaceae	*Ipomoea arborescens* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) G. Don	Palo blanco
Convolvulaceae	*Ipomoea purpurea* (L.) Roth	
Cucurbitaceae	*Cucurbita palmata* S. Watson	
Euphorbiaceae	*Jatropha cordata* (Ortega) Müll. Arg.	Papelillo
Fabaceae	*Acacia cochliacantha* Humb. & Bonpl. ex Willd.	Chirahul
Fabaceae	*Acacia constricta* Benth.	
Fabaceae	*Caesalpinia palmeri* S. Watson	
Fabaceae	*Cercidium praecox*	
Fabaceae	*Haematoxylum brasiletto* H. Karst.	Palo brasil
Fabaceae	*Lysiloma divaricatum* Hook. & Jackson	Mauto
Fabaceae	*Mimosa brandegei* B.L. Rob.	
Fabaceae	*Prosopis articulata* S. Watson	Mezquite
Fabaceae	*Senna pallida* (Vahl) H.S. Irwin & Barneby	Sena
Fouquieraceae	*Fouquieria diguetii* (Tiegh.) I.M. Johnst.	
Poaceae	*Aristida adscensionis*	Tres barbas
Poaceae	*Paspalum distichum*	Grama dulce
Poaceae	*Pennisetum villosum* R. Br. ex Fresen.	
Poaceae	*Setaria parviflora* (Poir.) Kerguélen	
Rhamnaceae	*Karwinskia humboldtiana* (Willd. ex Roem. & Schult.) Zucc.	Cacachila, negrito
Rubiaceae	*Randia megacarpa* Brandegee	Papache
Sterculiaceae	*Guazuma ulmifolia* Lam.	Guazima
Teophrastaceae	*Jacquinia pungens*	San Juanico
Zygophyllaceae	*Guaiacum coulteri* A. Gray	Guayacán

La familia mejor representada es la Fabaceae, con nueve especies. Le siguen la familia Cactaceae, con cinco, la familia Poaceae con cuatro y la familia Asteraceae con tres (Figura IV.16).

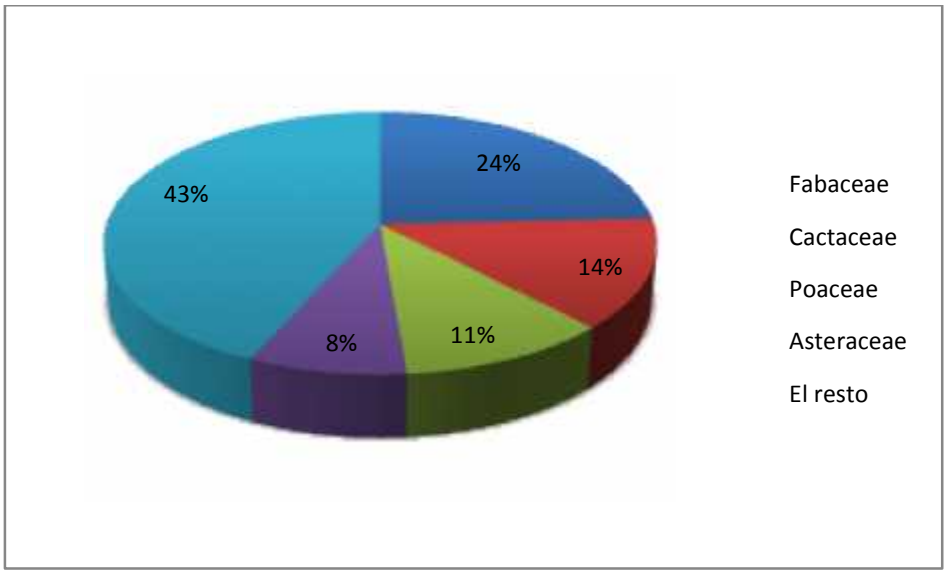


Figura IV.16. Porcentaje de especies de flora por familia en el Proyecto.

ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN EN LA ZONA DEL PROYECTO

En el área de Proyecto se presenta una densidad arbórea de 27 individuos por hectárea (árboles con diámetro normalizado –DN- igual o mayor a 10 cm). El 46.67 % de estos árboles son categorizados como parte de la regeneración natural, con una categoría diamétrica que va de los 10 a los 25 cm; el 13.33 % como arbolado joven, con una categoría diamétrica que va de los 25 a los 35 cm; y el 40.00 % como arbolado maduro, con una categoría diamétrica mayor a los 35 cm (Figura IV.17). El estrato arbóreo presenta -en su mayoría- una altura que va de los 5 a los 10 m (66.7 %), mientras que los árboles con más de 10 m de altura corresponden al 33.33 % (Figura IV.18).

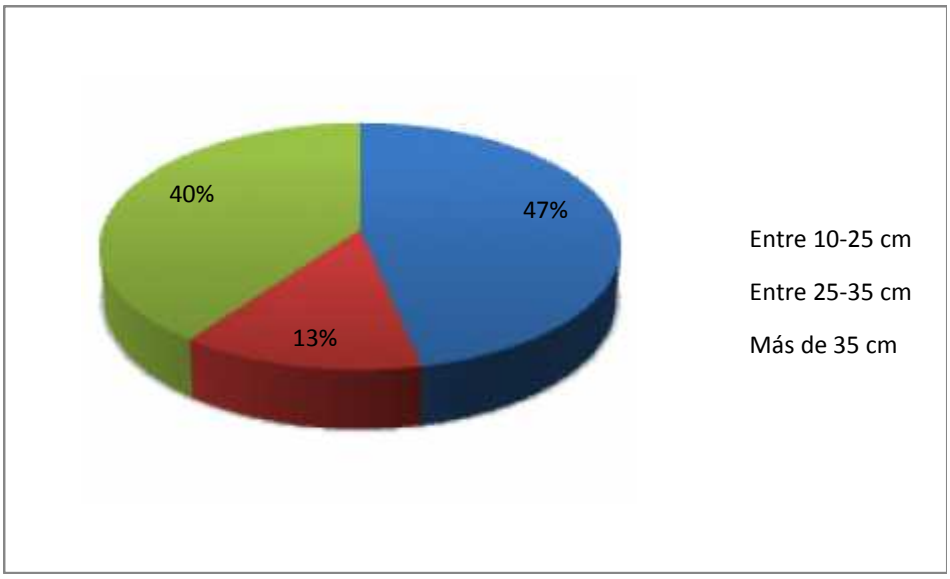


Figura IV.17. Categorización diamétrica presente en la zona del Proyecto.

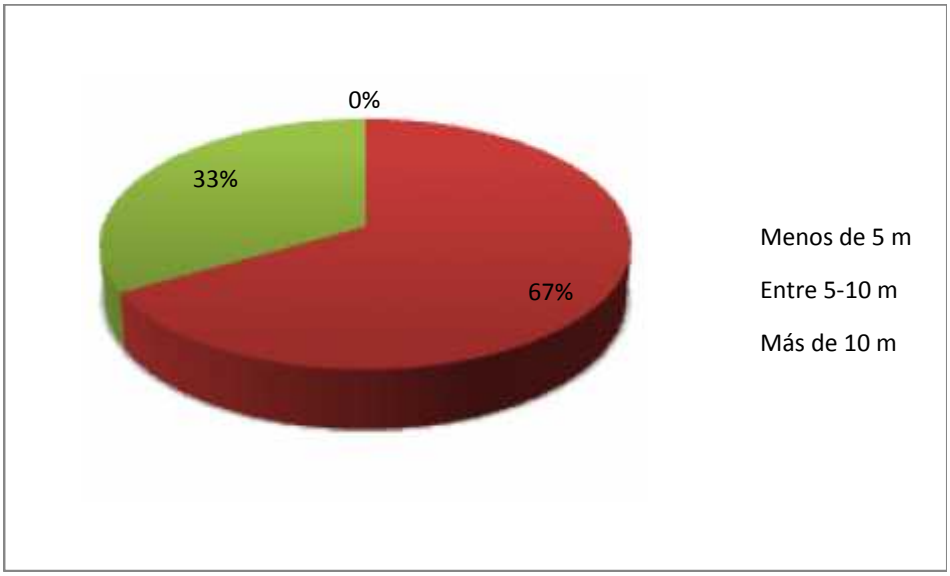


Figura IV.18. Distribución de las alturas de la vegetación en la zona del Proyecto.

Las especies arbóreas con mayor valor de importancia, tomando en cuenta su dominancia, frecuencia y abundancia relativas, son *Tabebuia impetiginosa*, *Lysiloma divaricatum* y *Ceiba acuminata*. La Tabla IV.8 presenta la dominancia, frecuencia, abundancia y valores de importancia de las especies en el Proyecto.

Tabla IV.8. Especies arbóreas y su Valor de Importancia en la zona del Proyecto.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE DE REFERENCIA	DOMINANCIA	ABUNDANCIA	FRECUENCIA	V.I.
Bignoniaceae	*Tabebuia impetiginosa*	Amapa	9.09	9.09	0.83	19.01
Fabaceae	*Lysiloma divaricatum*	Mauto	8.61	7.58	0.83	17.01
Bombacaceae	*Ceiba acuminata*	Ceiba	8.63	6.06	0.83	15.52
Bombacaceae	*Pseudobombax palmeri*		5.83	6.06	0.83	12.72
Fabaceae	*Acacia cochliacantha*		5.51	4.55	0.83	10.89
Fabaceae	*Senna pallida*		3.58	4.55	0.83	8.95
Zygophyllaceae	*Guaiacum coulteri*	Guayacán	0.94	4.55	3.31	8.79
Burseraceae	*Bursera fagaroides*		3.26	3.03	0.83	7.11

El estrato arbustivo presenta una densidad de 1, 300 individuos por hectárea (árboles con un DN menor a los 10 cm). El 18.18 % de los individuos presentan alturas menores a los 2 m, el resto cuenta con alturas mayores a los 2 m.

Las especies arbustivas con mayor abundancia son *Acacia cochliacantha*, *Guaiacum coulteri*, y *Montanoa rosei* (Tabla IV.9).

Tabla IV.9. Especies arbustivas y su abundancia e índice de diversidad de Shannon.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE DE REFERENCIA	DOMINANCIA	ABUNDANCIA	FRECUENCIA	V.I.
Fabaceae	*Acacia cochliacantha*		51.85	38.07	82.64	172.57
Zygophyllaceae	*Guaiacum coulteri*	Guayacán	13.03	16.00	29.75	58.78
Asteraceae	*Montanoa rosei*	Malva	6.81	10.93	7.44	25.18
Euphorbiaceae	*Jatropha cordata*	Bursera	4.67	6.29	13.22	24.19
Fabaceae	*Mimosa brandegei*	Gatuño	3.07	4.82	13.22	21.11
Fabaceae	*Caesalpinia palmeri*		1.20	4.94	13.22	19.36
Rubiaceae	*Randia megacarpa*	Randia	3.21	5.96	7.44	16.61
Fabaceae	*Senna pallida*		3.94	5.13	7.44	16.51
Convolvulaceae	*Ipomoea arborescens glabrata*	Palo blanco	3.00	2.59	3.31	8.89
Rhamnaceae	*Karwinskia humboldtiana*		2.82	2.67	3.31	8.80
Fabaceae	*Lysiloma divaricatum*	Mauto	2.98	0.65	0.83	4.46
Bombacaceae	*Ceiba acuminata*	Ceiba	1.52	1.30	0.83	3.64
Sterculiaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guasima	1.91	0.65	0.83	3.38

DIVERSIDAD FLORÍSTICA

De acuerdo con los resultados obtenidos para los valores de Shannon, el valor de diversidad para el estrato arbóreo es de 0.22, con un índice máximo de 0.25; lo que indica que el estrato arbóreo presenta una baja de diversidad, próxima a alcanzar su nivel máximo (Tabla IV.10).

Tabla IV.10. Diversidad florística del estrato arbóreo en el área del Proyecto.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE DE REFERENCIA	SHANNON	SHANNON MAX
Fabaceae	*Acacia cochliacantha*		0.03	
Burseraceae	*Bursera fagaroides*		0.03	
Bombacaceae	*Ceiba acuminata*	Ceiba	0.02	
Zygophyllaceae	*Guaiacum coulteri*	Guayacán	0.06	
Fabaceae	*Lysiloma divaricatum*	Mauto	0.01	
Bombacaceae	*Pseudobombax palmeri*		0.02	
Fabaceae	*Senna pallida*		0.03	
Bignoniaceae	*Tabebuia impetiginosa*	Amapa	0.00	
Total			**0.22**	**0.25**

Para el estrato arbustivo el índice de Shannon se estima en 1.08, con un máximo de 1.30; lo que indica que el estrato arbustivo presenta una baja diversidad, próxima a alcanzar su nivel máximo, con especies (Tabla IV.11).

Tabla IV.11. Diversidad florística del estrato arbustivo en el área del Proyecto.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE DE REFERENCIA	SHANNON	SHANNON MAX
Fabaceae	*Acacia cochliacantha*		0.26	
Fabaceae	*Caesalpinia palmeri*		0.09	
Bombacaceae	*Ceiba acuminata*	Ceiba	0.03	
Zygophyllaceae	*Guaiacum coulteri*	Guayacán	0.16	
Sterculiaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guasima	0.02	
Convolvulaceae	*Ipomoea arborescens glabrata*	Palo blanco	0.05	
Euphorbiaceae	*Jatropha cordata*		0.10	
Rhamnaceae	*Karwinskia humboldtiana*	Karwinskia	0.05	
Fabaceae	*Lysiloma divaricatum*	Mauto	0.02	
Fabaceae	*Mimosa brandegei*	Gatuño	0.09	
Asteraceae	*Montanoa rosei*		0.08	
Rubiaceae	*Randia megacarpa*		0.08	
Fabaceae	*Senna pallida*		0.08	
Total			**1.08**	**1.30**

ESTADO DE CONSERVACIÓN Y FITOSANITARIO DE LA VEGETACIÓN DENTRO DEL PROYECTO

De acuerdo con las observaciones y los datos obtenidos en campo, la selva baja caducifolia presente en el área del Proyecto es dominada por elementos del estrato arbustivo, lo que muestra un grado de perturbación de moderado a alto, como consecuencia de las actividades humanas que se presentan en la zona, principalmente la agricultura.

No se observaron indicios de la presencia de alguna plaga forestal en la vegetación de la zona del Proyecto.

ESPECIES PROTEGIDAS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010 DENTRO DEL PROYECTO

De las especies que se reportan para el área de Proyecto, únicamente *Guaiacum coulteri* se encuentra catalogada en la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010), como especie Amenazada. Esta especie se encuentra en bajas densidades en la zona del Proyecto y solo en el estrato arbustivo, con un DN menor a los 10 cm. En el Capítulo VII del presente documento se describen las medidas de mitigación que se llevarán a cabo frente a la posible afectación de la especie.

FAUNA

Se denomina fauna al conjunto de animales presentes en una región geográfica determinada; también puede considerarse como tal, a las especies propias de un período geológico o de un ecosistema determinado. En todos los casos se debe tener presente que la supervivencia y desarrollo de un tipo de fauna depende de los factores bióticos y abióticos de la región en cuestión; es decir, que las especies que forman la fauna están íntima y múltiplemente relacionadas entre sí y con el resto de los componentes del ecosistema (vegetación, suelo, clima, agua, etc.).

Considerando esta interrelación entre los factores bióticos y abióticos, P. L. Sclater y A.L. Wallace, establecieron a nivel mundial seis zonas biogeográficas donde la fauna y la flora presentan gran afinidad y semejanza. En el continente americano existen dos de estas regiones: la Neártica, al norte del continente, y la Neotropical, en Centro y Sudamérica.

Los límites de estas regiones se ubican en el territorio mexicano (formando una zona de confluencia y transición), fenómeno decisivo para explicar la gran diversidad faunística del país.

México es uno de los países de mayor riqueza biológica del mundo, tanto vegetal como faunística; se considera uno de los cinco países mega diversos. De la fauna presente en el territorio nacional, un alto porcentaje de cada grupo de animales terrestres es endémico: 60.7 % de los anfibios, 53.7 % de los reptiles, 7.6 % de las aves y 30.2 % de los mamíferos (Flores-Villela y Gerez, 1988).

En el caso particular de Sonora, se tienen registradas 37 especies de anfibios, que representan el 13 % de las especies presentes en México; 135 de reptiles, que corresponden al 19 %; 484 de aves, que representan el 47 %; y 149 de mamíferos, que corresponden al 33 % de las especies nacionales (Ramammoorthy, 1993).

Esto cobra mayor importancia si tomamos en cuenta que la región de Álamos, municipio donde se encuentra asentado el Sistema Ambiental definido para el proyecto, es reconocida por la alta representatividad de ecosistemas, lo cual es reflejo de una amplia diversidad de fauna. En esta parte del estado se han registrado 463 especies de vertebrados, que representan el 19.1 % de la riqueza del país y el 51.4 % respecto a las especies registradas para Sonora (D.O.F, 1996).

La CONABIO considera que dentro de la Región Hidrológica Prioritaria Río Mayo se encuentran algunas especies de peces amenazadas -como *Agosia chrysogaster, Catostosmus bernardini, C.*

cahita, *Ictalurus pricei*, *Oncorhynchus* sp., *Poeciliopsis occidentalis*- debido a la desecación de los ríos y la degradación del hábitat. También se le considera como un corredor de aves migratorias, a pesar de que varias especies están amenazadas -como *Amazona finschi*, *Anas acuta*, *A. discors* y *Egretta rufescens*- en las zonas con hábitat degradado (CONABIO, 2012).

La composición faunística de vertebrados registrada en la literatura científica para la región de Álamos es de 629 especies de los cinco grupos de vertebrados (peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos), mismos que se encuentran clasificados en 382 géneros y 129 familias (Varela y Hendrickson, 2010; Enderson *et al*., 2010; Villaseñor *et al*., 2010; Liebig, 2004; Reyna *et al*., 2010; Ceballos y Oliva, 2005):

a) Peces, representados por 34 especies, 27 géneros y 17 familias.

b) Anfibios, representados por 27 especies, 16 géneros y 10 familias.

c) Reptiles, con 66 especies, 36 géneros y 18 familias.

d) Aves, con 415 especies, 246 géneros y 60 familias.

e) Mamíferos, con 87 especies, 57 géneros y 24 familias.

METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE FAUNA

Para la caracterización e inventario de la fauna vertebrada (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) presentes en el sistema ambiental y el Proyecto, se han realizado recorridos en campo que permitieron recabar la información necesaria para elaborar los inventarios de especies por cada grupo estudiado.

Es preciso mencionar que el trabajo de campo realizado tiene la finalidad de obtener evidencia fehaciente –mediante captura de ejemplares, fotografiado de individuos y evidencias indirectas como las huellas y excretas- de la presencia de especies de los cuatro grupos de fauna terrestre dentro de la zona de interés, correspondiente al proyecto minero. Lo anterior permitió realizar un inventario de especies, así como una determinación parcial de índices de diversidad y especies de importancia ecológica. Es importante resaltar que sólo las especies de las que se constató su presencia dentro del sistema ambiental y del Proyecto se reportan en el listado final. A continuación se describen brevemente las actividades realizadas por grupos de fauna y sus objetivos.

Anfibios y Reptiles

La técnica empleada para el registro de especies de reptiles fue la de colecta intensiva, la cual consiste en hacer recorridos durante los cuales se revisan los distintos microhábitats (rocas, troncos caídos, oquedades, cuerpos de agua) y se realiza la captura de organismos. La captura de ejemplares se hace directamente con las manos, redes de golpe y/o ganchos herpetológicos.

Para llevar una adecuada bitácora de trabajo, se registraron los siguientes datos para todos los ejemplares: fecha y hora de captura, coordenadas georeferenciadas de la localidad de colecta, altitud, tipo de hábitat y microhábitat, nombre del colector y número de colecta (acorde con la bitácora del colector).

En caso de hallar especies de difícil determinación, se contemplaba el sacrificio de tres ejemplares, los cuales serían determinados en laboratorio y depositados -con el número de colecta de bitácora del colector y número de ingreso- en el Museo Alfonso L. Herrera de la Facultad de Ciencias de la UNAM y/o en la Colección Nacional de Anfibios y Reptiles del Instituto de Biología de la misma casa de estudios. Este proceso no fue necesario.

Para la identificación taxonómica se emplearon: i) la recopilación de claves de Flores-Villela *et al*. (1995), claves para bufónidos (Oliver-López *et al*. 2009), claves de anfibios y reptiles de los estados de Sonora, Chihuahua y Coahuila de Lemos-Espinal (2007 y 2009) y otras claves generales (Campbell y Lamar, 2004;). 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 cuatro diferentes estrategias:

- Foto-trampeo. Posterior a la identificación de senderos, sitios de descanso y alimentación, así como abrevaderos. Cerca de esos sitios se colocan cámaras fotográficas con sensores de movimiento (foto-trampas), las cuales se accionan al pasar cualquier tipo de animal, dejando un registro fotográfico del ejemplar.
- Trampas. Consiste en la instalación de trampas Sherman cebadas con avena, crema de cacahuate y vainilla; estas trampas se enfocan en la captura de roedores y carnívoros pequeños. Las trampas son revisadas y recebadas cada mañana.
- Huellas. Técnica dirigida para registro de huellas. En el caso del presente proyecto, a través de los senderos se identificaron puntos donde la acumulación de sedimentos formaba un banco de arena natural, ya que en estos sitios se tiene preservación temporal de las huellas. Además de estos bancos de arena, se caminó en las escorrentías ya que también son un sitio donde es frecuente encontrar este tipo de registro.

- Rastros. De manera indirecta, la colección y análisis de restos dejados por los mamíferos pueden resultar útiles para completar un inventario. Los restos 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 emplea las claves de identificación de Anderson (1972), Jiménez-Guzmán *et al.* (1999), Guía de campo de Aranda (2012); y Ceballos y Oliva (2005).

Categorías de Protección y/o riesgo

Una vez que se obtenga la lista de especies de vertebrados, se corroboró si están o no 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) considerando los siguientes parámetros de cada uno.

- NOM-059-SEMARNAT-2010. Dentro de esta Norma se encuentran cuatro categorías de riesgo: Probablemente extinta en el medio silvestre (E), En peligro de extinción (P), Amenazadas (A) y Sujetas a protección especial (Pr).
  - Probablemente extinta en el medio silvestre (E). Aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del Territorio Nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del Territorio Mexicano.
  - En peligro de extinción (P). Aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.
  - Amenazadas (A). Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.
  - Sujetas a protección especial (Pr). Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.
- Lista Roja de la IUCN. Las definiciones utilizadas actualmente por la IUCN son complejas y de difícil comprensión más que objetivas. A continuación se presentan algunas de las condiciones necesarias para que las especies pertenezcan a las diferentes categorías (Biodiversidad Mexicana 2012).
  - EX- Extinta. Cuando no hay duda razonable que el último individuo de una especie ha muerto.
  - EW- Extinta en vida silvestre. Cuando los individuos de una especie sólo sobreviven en cautiverio o en poblaciones fuera de su área de distribución histórica.

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

Análisis de datos

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

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

$$H' = - \Sigma\ pi\ (ln\ pi)$$

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

RIQUEZA Y DIVERSIDAD DE FAUNA EN EL SISTEMA AMBIENTAL

En el sistema ambiental definido para el Proyecto se tienen registradas 99 especies de vertebrados terrestres, tres especies de anfibios, 26 de reptiles, 54 de aves y 16 de mamíferos (Tabla IV.12).

Tabla IV.12. Lista taxonómica de los vertebrados terrestres registrados en el Sistema Ambiental definido para el Proyecto. NOM-059-SEMARNAT-2010 (NOM): A, Amenazada; SPE, Sujeta a Protección Especial. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN): LC, Baja Preocupación; VU, Vulnerable; NT, Cercanamente Amenazada.

GRUPO	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM	IUCN
Anfibios	Anura	Bufonidae	*Anaxyrus debilis*	SPE	
Anfibios	Anura	Bufonidae	*Incilius woodhousi*		
Anfibios	Anura	Scaphiopidae	*Scaphiopus couchii*		LC
Reptiles	Testudines	Testudinidae	*Gopherus morafkai*		VU
Reptiles	Squamata	Gekkonidae	*Phyllodactylus tuberculosus*	SPE	LC
Reptiles	Squamata	Helodermatidae	*Heloderma horridum*	A	LC
Reptiles	Squamata	Iguanidae	*Ctenosaura macrolopha*	SPE	
Reptiles	Squamata	Phrynosomatidae	*Callisaurus draconoides*	A	LC
Reptiles	Squamata	Phrynosomatidae	*Hoolbrokia approximans*		
Reptiles	Squamata	Phrynosomatidae	*Holbrookia maculata*		LC
Reptiles	Squamata	Phrynosomatidae	*Phrynosoma solare*		LC
Reptiles	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus clarki*		LC
Reptiles	Squamata	Phrynosomatidae	*Urosaurus ornatus*		LC
Reptiles	Squamata	Polychrotidae	*Anolis nebulosus*		LC
Reptiles	Squamata	Teiidae	*Aspidoscelis costata*	SPE	
Reptiles	Squamata	Teiidae	*Aspidoscelis gularis*		LC
Reptiles	Squamata	Boidae	*Boa constrictor*	A	
Reptiles	Squamata	Colubridae	*Coluber bilineatus*		LC
Reptiles	Squamata	Colubridae	*Drymarchon melanurus*		LC
Reptiles	Squamata	Colubridae	*Hypsiglena clorophaea*		LC
Reptiles	Squamata	Colubridae	*Lampropeltis getula*	A	LC
Reptiles	Squamata	Colubridae	*Rhinocheilus lecontei*		LC
Reptiles	Squamata	Colubridae	*Senticolis triaspis*		
Reptiles	Squamata	Colubridae	*Trimorphodon lambda*		
Reptiles	Squamata	Colubridae	*Trimorphodon tau*		
Reptiles	Squamata	Viperidae	*Crotalus basiliscus*	SPE	LC
Aves	Accipitriformes	Cathartidae	*Cathartes aura*		LC
Aves	Accipitriformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*		LC
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Accipiter striatus*	SPE	LC
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Asturnira nitida*		LC
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo albonotatus*	SPE	LC
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*		LC
Aves	Accipitriformes	Falconidae	*Caracara cheriway*		LC
Aves	Accipitriformes	Falconidae	*Falco sparverius*		LC
Aves	Galliformes	Rallidae	*Fulica americana*		LC
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Heterocelus incanus*		
Aves	Columbiformes	Columbidae	*Columba flavirostris*		
Aves	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica*		LC
Aves	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida macroura*		LC
Aves	Columbiformes	Columbidae	*Columbina passerina*		LC
Aves	Columbiformes	Columbidae	*Columbina talpacoti*		LC
Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Caprimulgus ridgwayi*		LC
Aves	Cuculiformes	Cuculidae	*Geococcyx californianus*		LC
Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Cynanthus latirostris*		
Aves	Piciformes	Picidae	*Colaptes auratus*		
Aves	Piciformes	Picidae	*Melanerpes uropygialis*		LC
Aves	Piciformes	Picidae	*Picoides scalaris*		LC
Aves	Passeriformes	Dendrocolaptidae	*Lepidocolaptes leucogaster*		LC
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax hammondi*		LC
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*		LC
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus cinerascens*		LC
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus crassirostris*		LC
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus verticalis*		LC
Aves	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo bellii*		
Aves	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo flavoviridis*		LC
Aves	Passeriformes	Corvidae	*Corvus corax*		LC
Aves	Passeriformes	Corvidae	*Calocitta colliei*		LC
Aves	Passeriformes	Corvidae	*Corvus cryptoleucus*		LC

GRUPO	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM	IUCN
Aves	Passeriformes	Corvidae	*Corvus corax*		LC
Aves	Passeriformes	Remizidae	*Auriparus flaviceps*		LC
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*		
Aves	Passeriformes	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*		LC
Aves	Passeriformes	Parulidae	*Dendroica coronata*		
Aves	Passeriformes	Parulidae	*Vermivora celata*		LC
Aves	Passeriformes	Parulidae	*Wilsonia pusilla*		LC
Aves	Passeriformes	Mimidae	*Mimus polyglottos*		LC
Aves	Passeriformes	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*		LC
Aves	Passeriformes	Thraupidae	*Piranga flava*		LC
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*		
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina caerulea*		LC
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina cyanea*		LC
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*		
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Cardinalis sinuatus*		LC
Aves	Passeriformes	Emberizidae	*Pipilo fuscus*		LC
Aves	Passeriformes	Emberizidae	*Pipilo chloropus*		LC
Aves	Passeriformes	Emberizidae	*Spizella pallida*		LC
Aves	Passeriformes	Emberizidae	*Chondestes grammacus*		LC
Aves	Passeriformes	Icteridae	*Icterus cucullatus*		LC
Aves	Passeriformes	Icteridae	*Icterus pustulatus*		
Aves	Passeriformes	Fringillidae	*Carpodacus cassinii*		NT
Mamíferos	Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*		LC
Mamíferos	Rodentia	Heteromyidae	*Liomys pictus*		LC
Mamíferos	Rodentia	Heteromyidae	*Dipodomys merriami*		
Mamíferos	Rodentia	Muridae	*Neotoma mexicana*		LC
Mamíferos	Chiroptera	Moormopidae	*Pteronotus parnellii*		LC
Mamíferos	Carnivora	Procyonidae	*Nasua narica*		LC
Mamíferos	Carnivora	Procyonidae	*Bassariscus astutus*		LC
Mamíferos	Carnivora	Procyonidae	*Procyon lotor*		
Mamíferos	Carnivora	Mustelidae	*Taxidea taxus*	A	LC
Mamíferos	Carnivora	Canidae	*Canis latrans*		LC
Mamíferos	Carnivora	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*		LC
Mamíferos	Carnivora	Felidae	*Lynx rufus*		LC
Mamíferos	Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus virginianus*		LC
Mamíferos	Artiodactyla	Tayassuidae	*Pecari tajacu*		LC
Mamíferos	Lagomorpha	Leporidae	*Lepus alleni*		
Mamíferos	Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*		LC

La abundancia del grupo de los anfibios es la más baja con respecto a los demás grupos, le siguen los mamíferos, los reptiles y las aves (Tabla IV.13).

Tabla IV.13. Abundancia por grupo taxonómico de fauna silvestre registrados para el sistema ambiental definido para el Proyecto.

GRUPO TAXONÓMICO	ABUNDANCIA
Anfibios	4
Reptiles	208
Aves	457
Mamíferos	71
Total	740

El Índice de diversidad de Shannon considera no sólo la abundancia sino también el número de especies. Para realizar el cálculo de la biodiversidad se agruparon los valores de anfibios y reptiles, debido a que sólo fueron registradas 4 especies de los primeros.

Considerando que los valores de este índice usualmente se encuentran entre cero y tres (aunque puede sobrepasar este valor), teniendo que comunidades poco diversas se acercan al valor de cero y comunidades muy diversas a valores de tres (Magurran 1988; Moreno 2001), el valor total de

H´ en el sistema ambiental definido para el proyecto fue de 3.7; 3.23 para aves, 2.29 para mamíferos y 2.13 para anfibios y reptiles (Tabla IV.14).

Tabla IV.14. Valores de riqueza específica (s), abundancia (n) e índice de diversidad de Shannon (H), de los vertebrados terrestres registrados en el Sistema Ambiental definido para el Proyecto.

GRUPO TAXONÓMICO	S	N	H
Anfibios	3	4	-
Reptiles	23	208	2.13
Aves	54	457	3.23
Mamíferos	16	71	2.29
Total	96	740	3.7

Especies listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (Sistema Ambiental)

Para los anfibios, *Anaxyrus debilis* está catalogada por la NOM-059-SEMARNAT-2010 como especie sujeta a protección especial (ver Tabla IV.12).

Para los reptiles, ocho especies se encuentran catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, cuatro como amenazadas y cuatro como especies bajo protección especial; de acuerdo con la IUCN, 15 especies son catalogadas de baja preocupación y una como vulnerable (ver Tabla IV.12).

Para las aves, dos especies se encuentran catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como especies bajo protección especial y 43 en la IUCN. De estas últimas 42 son catalogadas como especies de baja preocupación y una como cercanamente amenazada (ver Tabla IV.12).

Para los mamíferos *Taxidea taxus* se encuentra catalogada como amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y 13 especies son catalogadas por la IUCN como de baja preocupación (ver Tabla IV.12).

RIQUEZA Y DIVERSIDAD DE FAUNA EN EL ÁREA DEL PROYECTO

En el área del Proyecto se registraron 26 especies de vertebrados, 10 órdenes, 18 familias y 24 géneros (Tabla IV.15).

Tabla IV.15. Lista taxonómica de los vertebrados terrestres registrados en el Proyecto. NOM-059-SEMARNAT-2010 (NOM): A, Amenazada; SPE, Sujeta a Protección Especial. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN): LC, Baja Preocupación; VU, Vulnerable; NT, Cercanamente Amenazada.

GRUPO	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM	IUCN	PRESA DE JALES	TAJO
Reptiles	Squamata	Colubridae	Conopsis nasus			X	
Reptiles	Squamata	Iguanidae	Ctenosaura macrolopha	SPE			X
Reptiles	Squamata	Phrynosomatidae	Holbrookia maculata		LC	X	
Reptiles	Squamata	Phrynosomatidae	Phrynosoma solare		LC	X	
Reptiles	Squamata	Phrynosomatidae	Sceloporus clarki		LC	X	X
Reptiles	Squamata	Phrynosomatidae	Sceloporus sp.				X
Reptiles	Squamata	Phrynosomatidae	Urosaurus ornatus		LC	X	X
Reptiles	Squamata	Teiidae	Aspidoscelis sonorae			X	X
Aves	Accipitriformes	Cathartidae	Cathartes aura		LC	X	
Aves	Accipitriformes	Falconidae	Caracara cheriway		LC	X	X
Aves	Apodiformes	Trochilidae	Cynanthus latirostris				X
Aves	Columbiformes	Columbidae	Zenaida asiatica		LC	X	
Aves	Galliformes	Rallidae	Fulica americana		LC	X	
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	Cardinalis cardinalis			X	X
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	Cardinalis sinuatus		LC		X
Aves	Passeriformes	Corvidae	Calocitta colliei		LC	X	
Aves	Passeriformes	Emberizidae	Spizella passerina			X	
Aves	Passeriformes	Icteridae	Icterus pustulatus			X	
Aves	Passeriformes	Mimidae	Toxostoma curvirostre		LC	X	
Aves	Passeriformes	Polioptilidae	Polioptila caerulea		LC		X
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Myiarchus cinerascens		LC	X	
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Tyrannus vociferans			X	X
Aves	Piciformes	Picidae	Melanerpes uropygialis		LC		X
Aves	Piciformes	Picidae	Picoides scalaris		LC	X	
Mamíferos	Carnivora	Canidae	Canis latrans		LC	X	
Mamíferos	Carnivora	Procyonidae	Procyon lotor			X	

Para poder evaluar las especies de fauna presentes en el Proyecto se registró el número de individuos presentes por especie, obteniendo así la abundancia registrada, que en total fue de 140 individuos. El grupo de las aves fue el que tuvo mayor número de registros con el 69 % del total, seguido por los reptiles (30 %) y mamíferos (1 %, Figura IV.19)

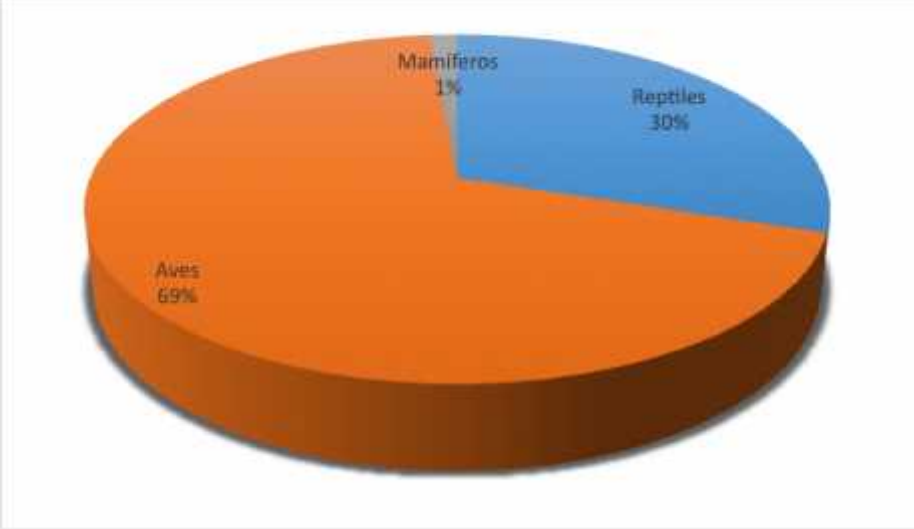


Figura IV.19. Porcentaje de abundancia por grupo registrada en el sistema ambiental definido para el Proyecto.

Del grupo de las aves las especies con el mayor número de organismos registrados fueron *Tyrannus vociferans*, *Caracara cheriway* y *Zenaida asiática*. En el grupo de los reptiles las especies más abundantes fueron *Aspidoscelis sonorae* y *Holbrookia maculata*; en el caso de los mamíferos cada especie fue registrada en una sola ocasión.

Al calcular el Índice de Shannon de las especies de vertebrados y considerando que los valores se encuentran entre 0 y 3, se considera que los mamíferos presentan una diversidad baja, los reptiles media y las aves alta. En total el Proyecto presenta una diversidad alta (Tabla IV.16).

Tabla IV.16. Riqueza, abundancia y diversidad de fauna en el Proyecto.

	RIQUEZA	ABUNDANCIA	DIVERSIDAD
Reptiles	8	42	1.59
Aves	16	96	2.25
Mamíferos	2	2	0.69
Todos	**26**	**140**	**2.71**

Realizando el análisis por cada obra, dentro del área de presa de jales fue posible registrar un total de 20 especies de vertebrados terrestres, de los cuales el grupo taxonómico con mayor número de especies fueron las aves con 12 especies, seguido de los reptiles con seis y mamíferos con dos (Tabla IV.17). De las especies encontradas ninguna se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y las especies determinadas se encuentran en la categoría de Baja Preocupación en la Lista Roja de la IUCN.

La abundancia registrada en el área de la presa de jales, fue de 96 animales, el grupo de las aves fue que tuvo el mayor número de registros con el 68 % del total, seguido por los reptiles (30 %) y mamíferos (2 %).

Del grupo de las aves las especies con el mayor número de organismos registrados fueron *Zenaida asiática*, *Caracara cheriway* y *Tyrannus vociferans*. En el grupo de los reptiles las especies más abundantes fueron *Holbrookia maculata* y *Aspidoscelis sonorae*; en el caso de los mamíferos cada especie fue registrada en una sola ocasión.

Al calcular el índice de Shannon de las especies de vertebrados y considerando que los valores se encuentran entre 0 y 3, se considera que los Mamíferos presentan una diversidad baja, los reptiles media y las aves media-alta. En total la presa de jales presenta una diversidad alta (Tabla IV.17).

Tabla IV.17. Riqueza específica, abundancia registrada e índice de diversidad de vertebrados terrestres dentro del área de la presa de jales.

	RIQUEZA	ABUNDANCIA	DIVERSIDAD
Reptiles	6	29	1.38
Aves	12	65	2.07
Mamíferos	2	2	0.69
Todos	**20**	**96**	**2.54**

Dentro del área de tajo fue posible registrar un total de 12 especies de vertebrados terrestres, de los cuales el grupo taxonómico con mayor número de especies fueron las aves con siete especies y cinco reptiles (Tabla IV.17). De las especies registradas, *Ctenosaura macrolopha* se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de Sujeta a Protección, y como Vulnerable (VU) en la Lista Roja de la IUCN. Las restantes especies determinadas se encuentran en la categoría de Baja Preocupación en la Lista Roja de la IUCN.

La abundancia registrada en el área de tajo, fue de 44 animales, el grupo de las aves fue que tuvo el mayor número de registros con 31 individuos, seguido por los reptiles con 13 (Figura 8).

Del grupo de las Aves las especies con el mayor número de organismos registrados fueron *Tyrannus vociferans*, *Caracara cheriway* y *Polioptila caerulea*. En el grupo de los reptiles la especie más abundantes fuer *Aspidoscelis sonorae*. Al calcular el índice de Shannon de las especies de vertebrados y considerando que los valores se encuentran entre 0 y 3, se considera que tanto reptiles como aves la diversidad es media (Tabla IV.18).

Tabla IV.18. Riqueza Específica, Abundancia registrada e Índice de Diversidad de Vertebrados Terrestres en Tajo del Proyecto Minero.

	RIQUEZA	ABUNDANCIA	DIVERSIDAD
Reptiles	5	13	1.3
Aves	7	31	1.55
Todos	**12**	**44**	**2.08**

ESPECIES DE FAUNA EN EL ÁREA DE PROYECTO CATALOGADAS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010 Y EN LA IUCN

Como se mencionó anteriormente, en el área del Proyecto la única especie dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 es *Ctenosaura macrolopha* que se encuentra en la en la categoría de Sujeta a Protección.

IV.2.1.3MEDIO SOCIOECONÓMICO

CONTEXTO REGIONAL

El municipio de Álamos se sitúa en el sureste del estado de Sonora, a 50 km de la ciudad de Navojoa, entre los 26° 23’ y 27° 47’ de latitud norte y los 108° 25’ y 109° 15’ de longitud oeste; colinda al norte con el municipio de Rosario, al noreste con el estado de Chihuahua, al sureste con el estado de Sinaloa, al suroeste con el municipio de Huatabampo, al oeste con los de Quiriego y Navojoa, y al noroeste con el de Rosario. La superficie de la demarcación municipal cubre 6 947.42 km^2, que representa el 3.75 % del total estatal y el 0.35 % del nacional. Además de la cabecera municipal, Álamos, las localidades más importantes son San Bernardo, Los Tanques, El Chinal, Providencia, Los Camotes y Tapizuelas.

DEMOGRAFÍA

POBLACIÓN

El poblamiento del municipio de Álamos inició en el último tercio del siglo XVII, como consecuencia del descubrimiento de los yacimientos de plata de Promontorios y La Aduana. La actual cabecera municipal se llamó, originalmente, Real de la Limpia Concepción de los Álamos. El primer ayuntamiento se constituyó en 1814 como parte del estado de Sinaloa, hasta marzo de 1831 cuando el territorio municipal fue anexado al estado de Sonora, a solicitud expresa de su ayuntamiento y de sus vecinos (INEGI, 2009).

En la actualidad, la población del municipio representa el 0.97 % del total estatal y la mayoría de los habitantes (65 %) vive en el área rural. La densidad de población registrada en 2010 fue de 3.72 habitantes/km^2 (INEGI, 2010). La revisión de los datos demográficos del municipio, entre 1980 y 2010, refleja un decremento de la población, con una tasa de crecimiento anual de -1.28 % habitantes en 1990 con respecto a 1980; -0.72 % en 2000 con respecto a 1995; y -0.53 % en 2005 con respecto a 2000. Para 2010, el crecimiento anual registrado fue de 1.11 % con respecto a 2005 (Tabla IV.19).

Tabla IV.19. Tasa anual de crecimiento y densidad poblacional de Álamos, Sonora.

Año	Población	Tasa anual de crecimiento (%)	Densidad Poblacional (Hab/km^2)
1980	29 091		4.19
1990	25 564	-1.28	3.68
1995	26 075	0.4	3.75
2000	25 152	-0.72	3.62
2005	24 493	-0.53	3.53
2010	25 848	1.11	3.72

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

De acuerdo con los resultados del Censo de Población y Vivienda 2010, la población del municipio de Álamos en ese año fue de 25, 848 habitantes. La mayoría de las localidades (263) tienen menos de 100 habitantes y representan el 15.91 % de la población total municipal; 173 localidades cuentan con menos de 10 habitantes y en 50 de ellas sólo habita una o dos personas. Únicamente 50 localidades cuentan con más de 100 y menos de 500 habitantes, representando un 38.96 % de la población. Dos localidades cuentan con más de 500 y menos de 1 000 habitantes (4.85 % de la población) y sólo dos localidades presentan más de 1 000 habitantes (4.13 % de la población) (Tabla IV.20).

Tabla IV.20. Distribución de la población municipal por tamaño de localidad (2005–2010).

RANGOS DE POBLACIÓN (HAB)	POBLACIÓN TOTAL DE LOCALIDADES 2005	% DEL TOTAL DE POBLACIÓN 2005	POBLACIÓN TOTAL DE LOCALIDADES 2010	% DEL TOTAL DE POBLACIÓN 2010
1 – 99	4579	18.7	4112	15.91
100 – 499	9360	38.22	1071	38.96
500 – 999	1185	4.84	1253	4.85
1,000 – 1,999	1168	4.77	1067	4.13
2,000 - 2,499	0	0	0	0
2,500 - 4,999	0	0	0	0
5,000 - 9,999	8201	33.48	9345	36.15

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

La localidad de Álamos, cabecera municipal, es la más poblada de la demarcación, con 9 345 habitantes en 2010, que representa el 35.15 % del total municipal. Los poblados con más de 400 habitantes concentran el 48.5 % de la población del municipio: San Bernardo (1 067 habitantes), El Mocúzarit (632 habitantes), Minas Nuevas (458 habitantes) y Mesa Colorada (427 habitantes).

A diferencia del comportamiento de la población total del municipio, la tasa de crecimiento de la cabecera municipal, entre 1995 y 2010, fue positiva (Figura IV.20); situación que se encuentra relacionada con un mayor crecimiento económico local, que ha contribuido a generar mayor arraigo de los habitantes. Es de señalar que dicho período es coincidente con el inicio del desarrollo de la Unidad Minera Piedras Verdes.

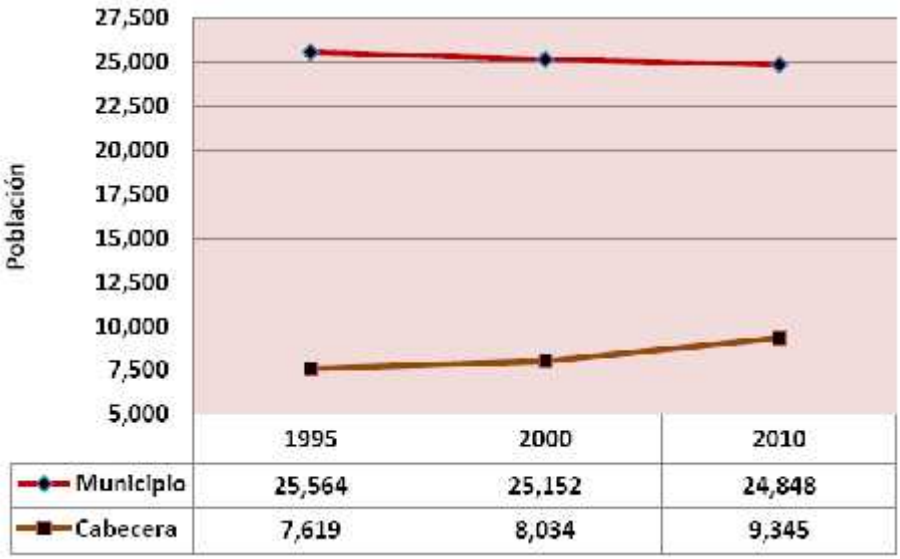


Figura IV.20. Crecimiento poblacional municipal y de la cabecera (localidad de Álamos).

El proyecto mantiene relación de proximidad con las localidades de El Guamúchil, Nuevo Piedras Verdes, La Higuera, El Tábelo y El Tabelito (Figura IV.21). El distanciamiento con la cabecera municipal, la localidad de Álamos, es de aproximadamente 15 km al sur en línea recta.

El poblado Nuevo Piedras Verdes es una localidad construida por la unidad minera Piedras Verdes, debido a que la comunidad original del Ejido Piedras Verdes se encontraba situada dentro del área de aprovechamiento minero. La reubicación de los pobladores al nuevo asentamiento, 6 km al sur de su ubicación anterior, fue resultado de un acuerdo de la empresa con el núcleo agrario y, actualmente, cuenta con servicios de energía eléctrica, abasto de agua, drenaje, escuelas, clínica y equipamiento recreativo.

Los indicadores sociodemográficos más relevantes de las localidades más próximas al proyecto se indican en la Tabla IV.21.

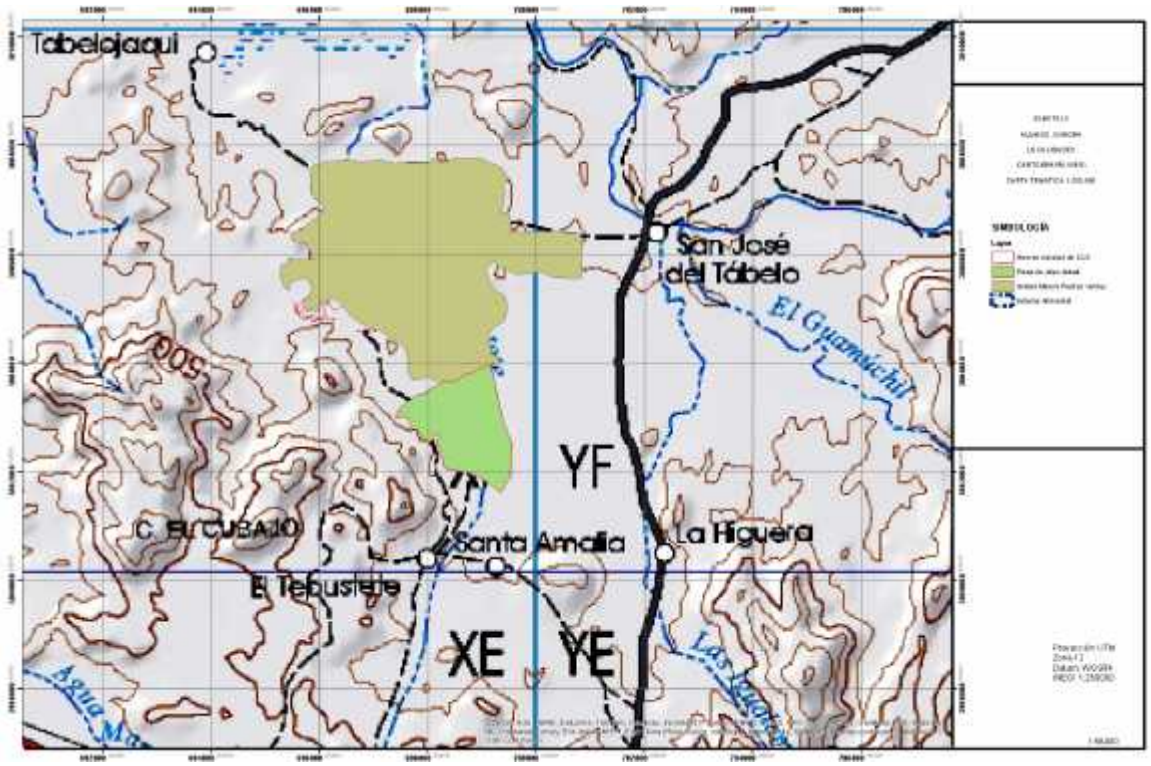


Figura IV.21. Localidades de mayor proximidad a la unidad minera Piedras Verdes.

Tabla IV.21. Variables socio-demográficas del municipio de Álamos y localidades próximas al proyecto (Fuente: INEGI, 2010).

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

En términos generales, la población de las comunidades cercanas al Proyecto ha crecido en los últimos seis años, ya que los asentamientos restantes han experimentado un crecimiento de tipo natural, con excepción de la localidad de El Tabelo, que disminuyó su población en 16 habitantes durante el período 2005-2010 y El Tabelito que conservó el mismo número de habitantes. (Tabla IV.22).

Tabla IV.22. Crecimiento de las localidades próximas a la unidad minera Piedras Verdes.

LOCALIDAD	POBLACIÓN 2005	POBLACIÓN 2010	ÁMBITO	GRADO DE REZAGO SOCIAL (2005)
Álamos (loc.)	8, 201	9,345	Urbano	Muy Bajo
La Higuera	223	237	Rural	Bajo
Nuevo Piedras Verdes	235	268	Rural	Bajo
El Guamúchil	4	5	Rural	-
El Tabelo	225	209	Rural	Bajo
El Tabelito	9	9	Rural	Medio
Total	**8, 897**	**10, 073**		

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

El análisis de la población de estas comunidades, y su composición por sexos, indica que en El Tabelo, Nuevo Piedras Verdes y La Higuera, la relación hombres-mujeres mantiene una proporción equitativa (Figura IV.22).

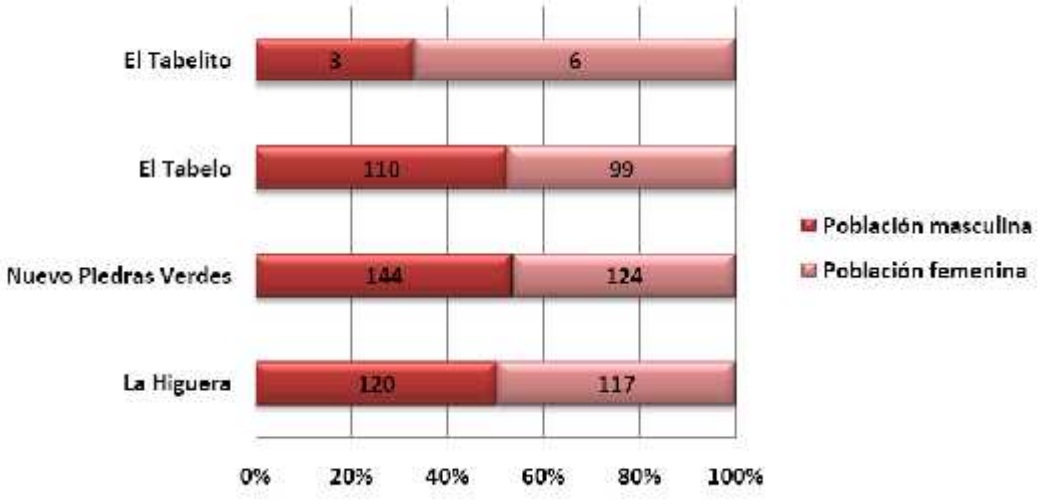


Figura IV.22. Composición de la población por sexos de las localidades próximas al proyecto.

En relación con la composición de la población por grandes grupos de edad en las comunidades cercanas al área del Proyecto, se observa que en todas ellas, así como en el municipio, la mayor proporción de la población corresponde a personas de 15 a 64 años (Figura IV.23).

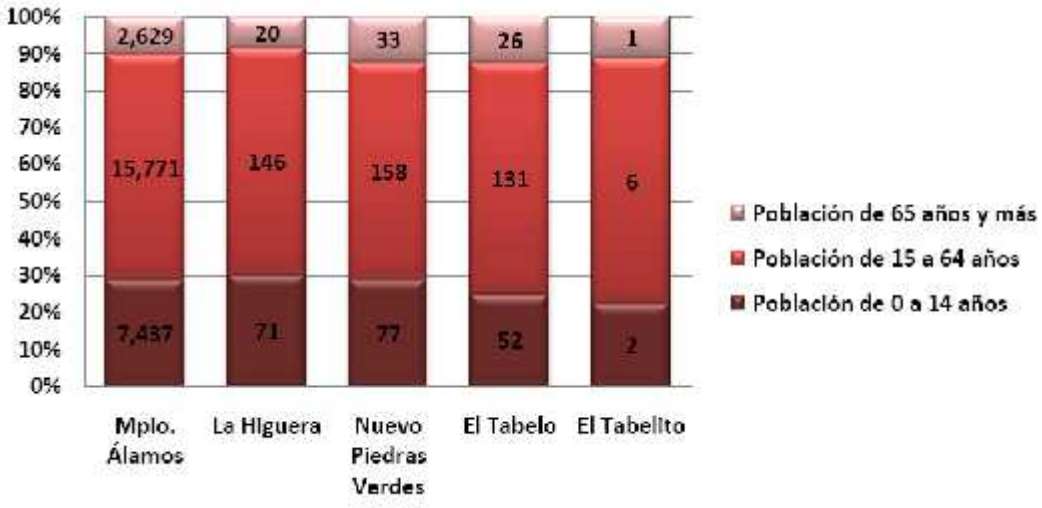


Figura IV.23. Composición de la población por grupos de edad de las localidades próximas al Proyecto.

Más del 98 % de la población que habita en la zona próxima a la UMPV es nativa de la entidad, la mayor parte de la población del municipio es originaria del mismo; apenas un 1.06 % radica en

otra entidad, mientras que hay un 1.01 % de la población que es migrante municipal y un 1.2 % de migrantes nacionales o extranjeros (Tabla IV.23).

Tabla IV.23. Indicadores de migración en Álamos, Sonora.

INDICADOR	VALOR	%
Población que nació en la entidad	23 148	92.03
Población que nació en otra entidad	1632	6.49
Población que nació en otro país	102	0.41
Población que no especifica lugar de nacimiento	270	1.07
Población que reside en la entidad	21 843	86.84
Población que reside en otra entidad	266	1.06
Población que reside en otro país	35	0.14
Población que no especificó lugar de residencia	65	0.26
No migrante municipal	21 574	85.77
Migrante municipal	255	1.01
No especifica migración municipal	14	0.06
Total de migrantes estatal e internacional	301	1.2
Migrante estatal e internacional en otra entidad	266	1.06

POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA

En 2010 la población económicamente activa (PEA) del municipio fue de 7, 263 habitantes, con una tasa de ocupación que ascendió a 99.45 %. La población económicamente inactiva fue de 10, 877 personas, de las cuales 2, 040 correspondieron a población estudiante y 5, 129 dedicada al hogar. La tasa de participación económica es de 40.04 % (Tabla IV.24).

Tabla IV.24. Población económicamente activa (PEA) en el municipio de Álamos (2010).

Población Económicamente Activa	7263
PEA Ocupada	7223
PEA Desocupada	40
PEA No especificada	477
Población Económicamente Inactiva	10 877
Tasa de Participación Económica	40.04 %
Tasa de Ocupación	99.45 %
Población económicamente inactiva estudiante	2040
Población económicamente inactiva dedicada al hogar	5129

El 99.45 % de la población económicamente activa del municipio de Álamos se encuentra ocupada, concentrándose principalmente en las actividades del sector primario (39.96 %), seguida de los sectores terciario (32.19 %) y el secundario (25.04 %) en el año 2000 (Tabla IV.25).

Tabla IV.25. Población económicamente activa del municipio de Álamos, ocupada por sector de actividad (2000).

Sector Primario

Agricultura, Ganadería y Pesca	2886	39.96%
Sector Secundario		
Minería	67	0.93%
Industria Manufacturera	493	6.83%
Energía Eléctrica y Agua	16	0.22%
Construcción	1233	17.07%
Sector Terciario		
Comercio	505	6.99%

SECTORES PRODUCTIVOS

La agricultura es la actividad de mayor importancia en el estado, lo cual es reconocido por su aportación significativa al producto interno bruto nacional; razón por la cual le han llamado el granero nacional. Los lugares más destacados del estado, en la actividad agrícola, son el valle del Yaqui, valle del Mayo, valle de Guaymas, la costa de Hermosillo, costa de Caborca y valle de San Luis Río Colorado. Estos lugares cuentan con una infraestructura hidráulica suficiente que les permite cosechar grandes volúmenes de productos agrícolas, destacando la producción de trigo, papa, sandia, algodón, maíz, melón, sorgo, garbanzo, vid, alfalfa y naranja entre otros (OEIDRUS, 2005).

El sector agrícola en el municipio de Álamos se desarrolla en 56,687 ha; de éstas 56,383 son de temporal, 149 de riego y 155 mixtas (Gobierno del Estado de Sonora, 2005).

En el municipio existen otras actividades como la fruticultura, que se puede considerar importante, sobre todo por las grandes posibilidades de desarrollo de la industrialización de sus productos.

La actividad ganadera de Sonora es una de las más significativas a nivel nacional; en 2010 se ubicó en el primer lugar en producción pecuaria de porcino. El inventario ganadero del municipio de Álamos nos indica que en ese año existían 75,289 cabezas de ganado bovino. También se desarrolla la avicultura; el municipio cuenta con dos granjas con aves de postura en actividad intensiva con un total aproximado de 531,120 aves. El número de productores asciende a 2,049.

Dentro de los principales problemas que enfrenta el sector se encuentran la práctica tradicionalista de los ganaderos, la falta de infraestructura como cercos y silos, el mejoramiento de caminos, construcción y rehabilitación de represas y el sobrepastoreo, sobre todo en terrenos ejidales.

Respecto de la pesca, Sonora es el primer lugar nacional en captura pesquera de sardina, anchoveta, corvina, sierra y camarón. No obstante, esta actividad productiva no se desarrolla con fines comerciales en el municipio de Álamos.

La minería del estado muestra un acentuado dinamismo y la entidad es considerada como una de las más importantes productoras de minerales metálicos. Durante 2010 el estado de Sonora fue el primer lugar en producción minera de oro y cobre, con el 32.3 % y el 67.7 % del total nacional.

La región de Álamos ha sido tradicionalmente minera. Actualmente, tienen presencia en la demarcación empresas como Yeso Industrial de Navojoa, S.A. de C.V., ubicada en la zona del Taymuco; Minera Montemayor, que explota yacimientos de grafito amorfo; Grafitos Mexicanos; Grafitos Superior; Cobre del Mayo S.A. de C.V. y Bi Metals México S. de R.L. de C.V.

Los principales problemas para el desarrollo de la actividad son los malos caminos de acceso a las minas, sobre todo en época de lluvias, cuando se vuelven intransitables; también ha existido el impedimento legal de la desincorporación de empresas y reservas mineras por parte de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

La actividad industrial del estado está enfocada al proceso de empaque e industrialización de productos agrícolas y agropecuarios, así como a la elaboración de insumos para la agricultura, ganadería y pesca.

En los municipios y comunidades más alejados de las ciudades, el comercio se reduce a tiendas de abarrotes, farmacias, papelerías, panaderías, tortillerías y carnicerías, entre otros.

De acuerdo a los datos del Censo Económico de 1998, el municipio cuenta con 29,922 unidades económicas dedicadas al comercio y distribución de los diferentes insumos que demanda la población.

El turismo, por su parte, ha sido el eje alrededor del cual se ha venido desenvolviendo toda actividad en la cabecera municipal. El municipio de Álamos está considerado como un Pueblo Mágico. La ciudad de Álamos representa uno de los principales puntos de atracción turística en el estado, por su importancia histórica y cultural, su arquitectura neoclásica colonial, edificios históricos y belleza natural del resto del municipio, sus fiestas tradicionales y la calidez de su gente. Además, posee el único museo costumbrista del estado y es considerado como monumento histórico nacional.

FACTORES SOCIOCULTURALES

VIVIENDA Y URBANIZACIÓN

De acuerdo con los resultados del Censo de Población y Vivienda 2010, en ese año el municipio de Álamos contaba con 6,628 viviendas particulares habitadas. Comparativamente con los datos registrados en el II Conteo de Población y Vivienda 2005, los indicadores de rezago en vivienda del municipio tuvieron una mejoría en el período 2000-2005 (Tabla IV.26).

Tabla IV.26. Indicadores de rezago en vivienda del municipio de Álamos.

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

COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

El municipio cuenta con 111 km de red carretera, 27 km de red carretera federal de cuota, aparte de la red de caminos de terracería para la comunicación entre las comunidades. Cuenta –en la

cabecera municipal- con una aeropista de 1.8 km y capacidad para 70 estacionamientos para avionetas, dispone de una central de autobuses y una de transporte de carga.

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

TELECOMUNICACIONES

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

ENERGÍA

El servicio de energía eléctrica es otorgado por la Comisión Federal de Electricidad a 58 localidades del municipio. El servicio beneficia a 19,766 habitantes, lo que representa una cobertura del 78.6 % de la población total municipal.

ABASTO

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

AGUA POTABLE, DRENAJE Y ALCANTARILLADO

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

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

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

SERVICIOS MÉDICOS

La infraestructura del sector salud en el municipio de Álamos era de 25 clínicas u hospitales en 2010; 25,848 personas contaban con algún tipo de servicio (Tabla IV.27).

Tabla IV.27. Población total según derechohabiencia a servicios de salud por grupos de edad y sexo, 2010.

	POBLACIÓN TOTAL	TOTAL	IMSS	ISSSTE	ISSSTE ESTATAL[2]	PEMEX, DEFEN	SEGURO POPULAR O PARA	INSTITUCIÓN PRIVADA	OTRA INSTITUCIÓN[3]	NO DERECHOHABIENTE	NO ESPECIFICADO

						SA O MARINA	UNA NUEVA GENERACIÓN				
Hombres	13 497	10 616	1583	498	438	8119	3	90	101	2855	26
Mujeres	12 351	10 687	1511	531	492	8195	5	60	95	1629	35
Total	25 848	21 303	3094	1029	930	16 314	8	150	196	4484	61

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

SERVICIOS EDUCATIVOS

La infraestructura educativa con que contaba el municipio en 2010 era de 92 escuelas de preescolar, 85 escuelas primarias, 45 secundarias y tres de bachillerato, con un personal docente de 474 maestros. Además, existe un Centro de Capacitación de la Mujer Indígena, donde se brinda educación inicial, bordado y capacitación para el trabajo, además de 21 escuelas de primaria indígena.

EDUCACIÓN

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

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

De la población de cinco años o más, el 43.9 % tiene educación primaria; de la población de 18 años o más el 7.6 % cuenta con educación profesional; y únicamente un 0.46 % cuenta con estudios de posgrado. Esto se explica con base en los datos de infraestructura escolar, ya que en 2000 se reportó que la educación primaria contaba con 103 planteles que daban servicio a 7,776 alumnos, mientras que la educación secundaria contaba con 41 escuelas, que daban servicio a 4,076 alumnos. Por su parte, el nivel medio superior contaba con sólo un plantel en el municipio, en donde estudiaban 1,012 alumnos.

MARGINACIÓN Y DESARROLLO HUMANO

El grado de marginación en el municipio es medio, en términos de la entidad (CONAPO, 2010). A lo largo de las últimas décadas el índice de marginación ha mostrado cambios importantes; de ser Alto, en 1980, se redujo considerablemente y pasó a un grado Medio, en 1990. Sin embargo, para 2000 volvió a catalogarse como Alto y se mantuvo así hasta 2005, mientras que en 2010 regresó a grado Medio (Tablas IV.28-29).

Tabla IV.28. Marginación en el municipio de Álamos de 1980 a 2010.

	1980	1990	1995	2000	2005	2010
Índice de marginación	1.24	-0.03	0.15	0.06	0.15	0.08
Grado de marginación	Alto	Medio	Medio	Alto	Alto	Medio
Lugar a nivel nacional	738	1216	1040	1144	1068	1120

Tabla IV.29. Indicadores de marginación en el municipio de Álamos.

INDICADOR SOCIOECONÓMICO	VALOR	%
Población total	24 493	
Población analfabeta de 15 años o más	2451	14.60
Población sin primaria completa de 15 años o más	6361	39.19
Ocupantes en viviendas sin drenaje ni servicio sanitario	3581	14.94
Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	3662	15.30
Ocupantes en viviendas sin agua entubada	5376	22.49
Viviendas con algún nivel de hacinamiento	3004	50.63
Ocupantes en viviendas con piso de tierra	10 058	42.00
Población en localidades con menos de 5,000 habitantes	16 292	66.52
Población ocupada con ingreso de hasta 2 salarios mínimos	9678	52.28
Índice de marginación	0.088	
Grado de marginación	Medio	
Lugar en el contexto nacional	1120	

POBLACIÓN INDÍGENA

En 2010 el estado de Sonora contaba con 2.5 % de población indígena, de la que 60,310 personas mayores de 5 años hablaban alguna lengua originaria. En el municipio de Álamos habitan integrantes de varios grupos étnicos, como son el Mayo, el Seri, el Yaqui y el Guarijí. Los mayos comparten con los yaquis su origen, lengua e historia; son dos culturas hermanas. Los warohios, los rarámuri, los guarijíos, los mayos y los yaquis son el resultado de un proceso de redistribución étnico-regional que transformó el carácter de estos grupos.

En 2000, la gran mayoría de los 732 hablantes de guarijío de Sonora se ubicaban al sur, en los municipios de Álamos, El Quiriego y Rosario, que concentran 638 hablantes, aproximadamente el 87.2 % del estado. Se distribuyen en 23 rancherías, entre las que destacan Mesa Colorada, Los Bajíos y Guajaray. Los restantes 94 hablantes viven la mayoría en los municipios de Cajeme (53) y Navojoa (18); sólo algunos individuos se localizan en Ciudad Obregón y Hermosillo.

De las 1,303 personas mayores de tres años que hablan alguna lengua indígena en el municipio, 991 hablan lengua guarijía y 234 hablan mayo. Hay 763 hogares guarijíos (personas que viven en un hogar donde el jefe y/o la cónyuge y/o algún ascendiente habla el dialecto guarijío) en el municipio de Álamos, de los cuales 552 hablan lengua originaria.

IV.2.1.4 PAISAJE

El paisaje fue clasificado en base al sistema jerárquico propuesto por Romero *et al*. (2005). Dicho método define al Sistema, en primer lugar, a partir de rasgos morfo litológicos y climáticos, considerando un tipo de paisaje dinámicamente estable.

Una vez definido el Sistema se determina el Subsistema, diferenciando los paisajes que pertenecen a un mismo ambiente bioclimático, pero que difieren en sus contenidos morfo litológicos, con consecuencias sobre la distribución de recursos, la sensibilidad de las laderas y el patrón de usos de suelo.

Finalmente, se detalla el Paisaje elemental, que representa paisajes de rango inferior resultantes de cambios en las coberturas de vegetación y usos de suelo; que corresponden a estados específicos de respuesta del Subsistema frente a procesos como disturbios y regeneración.

De acuerdo a estos criterios de clasificación, el área del proyecto se encuentra asentada en el sistema de paisaje de Valle con selva baja caducifolia (García-Romero *et al*. 2005).

El sistema de paisaje Valle con selva baja caducifolia se caracteriza por presentar suelos de textura gruesa (franco arenoso, arena franca) y se distribuye en un rango altitudinal que va de los 200 a los 270 msnm. En el área del Proyecto se presenta el subsistema *Valle con vegetación secundaria arbustiva*. El subsistema Valle con vegetación secundaria arbustiva se desarrolla a partir de los campos agrícolas o pastizales, dando lugar al crecimiento de elementos arbustivos propios de la selva baja caducifolia, principalmente de la familia Fabaceae, acompañados de elementos arbóreos dejados desde un inicio en pie como sombra o como cercas vivas que delimitan las parcelas (Figura IV.24).



Figura IV.24. Diversas vistas del paisaje predominante en la zona del Presa de Jales 2 Segunda Etapa. Las imágenes corresponden al subsistema con vegetación secundaria arbustiva.

IV.3 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Como la mayor parte del territorio nacional, y como se ha visto a lo largo de este Capítulo, el área de estudio no se encuentra exenta de los efectos de procesos de degradación ambiental que resultan tanto de la intervención y actividades humanas sobre los elementos del medio biofísico, como de las condiciones propias de las distintas regiones del país y los fenómenos naturales que operan en ellas.

IV.3.1 PROCESOS DE DETERIORO AMBIENTAL

A continuación se sintetizan las particularidades de los principales procesos de degradación ambiental en el sistema ambiental del Proyecto, con base en la caracterización expuesta en los apartados precedentes.

IV.3.1.1 DECREMENTO DE LA CANTIDAD Y CALIDAD DEL AGUA

CALIDAD

La calidad del agua es un atributo que se define en función del uso que se le asigna (por ejemplo, como agua potable, para recreación, para uso agrícola o industrial), lo que implica necesariamente la existencia de estándares de calidad específicos para los distintos usos (UNDP *et al.*, 2000).

Entre los factores que reducen la calidad del agua destacan las descargas directas de agua o residuos sólidos provenientes de las actividades domésticas, agropecuarias o industriales; la disposición inadecuada en el suelo de residuos sólidos urbanos o peligrosos puede ocasionar, indirectamente, que escurrimientos superficiales y lixiviados contaminen los cuerpos de agua y los acuíferos. Por otro lado, y actuando para mejorar la calidad del agua, está la capacidad natural de los ecosistemas acuáticos para descomponer o inmovilizar los contaminantes.

Específicamente en la zona del Proyecto, y en sus alrededores cercanos, no se encuentran cuerpos de agua superficiales que puedan ser alterados a partir del Proyecto. El cuerpo de agua más importante de la región es la Presa Mocúzari, aproximadamente 4 km al noroeste del Proyecto. Por otro lado, el Proyecto se construirá aguas arriba de la planta de beneficio y del tajo de la Unidad Mineta Piedras Verdes, por lo que en caso de contingencia extrema, los jales contenidos en la presa escurrirán y serán contenidos en el tajo, evitando el riesgo de contaminación a la Presa Mocúzari.

CANTIDAD

De acuerdo con las estimaciones presentadas en el Apartado IV.3.1 de este documento, el Proyecto significará una pérdida de captación de agua de 0.062 Mm^3 al año, que representa el 0.14 % de la captación para el sistema ambiental. Esta pérdida de captación de agua es mínima con respecto al del sistema ambiental, y podrá atenuarse en la medida en que el Proyecto incorpore medidas adecuadas, como la canalización de escurrimientos pluviales aguas abajo, de manera que la captación total de cuenca hidrológica mantenga volúmenes similares a los actuales.

IV.3.1.2 DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AIRE

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

IV.3.1.3 DEGRADACIÓN DE SUELOS

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

De forma más puntual, como se explica en el Apartado IV.3.3, la erosión del suelo adjudicada al Proyecto se estima en 101.46 t/año, que junto con la pérdida de formación de suelo en la misma superficie alcanza una pérdida de 258.17 t/año. La capacidad de protección del suelo en el sistema ambiental se estima en 78, 864.61 t/año. La pérdida del suelo derivada por la ejecución del Proyecto representa el 0.32 % de la capacidad de protección del suelo del sistema ambiental. Tal pérdida es mínima, no obstante, las medidas de prevención y mitigación, prevén la recuperación de suelo y la restauración del área una vez finalizada la vida operativa del Proyecto.

IV.3.1.4 DETERIORO DE LA VEGETACIÓN

El sistema ambiental definido para el Proyecto tiene una superficie de 12, 691.84 ha. La vegetación predominante corresponde a la selva baja caducifolia en un 60.1 % (7, 628.15 ha) y en el 39.9 % restante (5, 063.68 ha) prevalece el uso de suelo agrícola-pecuario rodeado de zonas alteradas de selva baja caducifolia, donde la ausencia de elementos arbóreos propios de la vegetación madura dan lugar a la dominancia de elementos arbustivos de especies como *Acacia cochliacantha, A. constricta, Mimosa brandegei* y opuntias.

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

Debido a lo anterior, en el polígono del Proyecto prevalece la vegetación secundaria de selva baja caducifolia. El estrato arbustivo presenta una mayor densidad que el estrato arbóreo; este último presenta un mayor porcentaje de individuos clasificados como arbolado de regeneración natural de altura mayor a los 2 m.

El inventario florístico del sitio indica la presencia de 37 especies con una diversidad alfa baja (0.22 según el índice de Shannon).

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

IV.3.1.5 DISMINUCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

De acuerdo con la cartografía del INEGI y a los estudios de campo, en el Proyecto prevalece el uso de suelo agrícola-pecuario rodeado de zonas alteradas de selva baja caducifolia; donde la ausencia de elementos arbóreos, propios de la selva da lugar a la dominancia de elementos arbustivos.

Las especies vegetales reportadas para el sistema ambiental ascienden a 91 especies de 69 géneros y 33 familias; en la zona del Proyecto fueron registradas un total de 37 especies de 34 géneros y 17 familias, por lo que se establece que la diversidad registrada en el área de Proyecto es menor a la estimada en el sistema ambiental.

En cuanto a la fauna, dentro del sistema ambiental se reportan 100 especies de cuatro grupos de vertebrados (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), mismos que se encuentran clasificados en tres especies de anfibios, 26 de reptiles, 55 de aves y 16 de mamíferos. Para el Proyecto el número de especies registradas es de 26 especies, ocho de reptiles, 16 de aves y dos de mamíferos. No obstante, el valor del índice de diversidad total para el proyecto fue alto (de H'=2.71 de acuerdo al índice de Shannon).

Como se indicó previamente, hay una especie de flora que se encuentra considerada como Amenazada y una especie de fauna considerada sujeta a Protección Especial por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNTA-2010.

IV.3.1.6 VULNERABILIDAD NATURAL DEL SISTEMA AMBIENTAL

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

CICLONES TROPICALES

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

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

Con base en las zonas de ingreso, las costas de Sonora presentan una recurrencia de penetración, de 2 a 4 años, una de las más altas del país. Las localidades de Álamos, Navojoa, Huatabampo y Etchojoa que corresponden a la Cuenca del Río Mayo, y Obregón que corresponde a la cuenca

del Río Yaqui ubicadas en la porción sur de la región, junto con Puerto Peñasco en el noroeste, son las más afectadas por el ingreso de los ciclones.

En el período comprendido de 1921 a 2010, un total de 49 ciclones de origen tropical han tocado tierra en Sonora. De éstos, 5 se registraron en el período 1997-2004, generando, 347, 280 damnificados, en 55 municipios, más de 115, 400 ha y más de 1000 millones de pesos en daños, en los sectores de comunicaciones, vivienda, salud, educación, agricultura, ganadería, pesca, energía eléctrica, infraestructura hidroagrícola, urbana, agua potable y alcantarillado.

En términos porcentuales, el 49 % de los ciclones que han afectado al territorio estatal, lo hicieron en la región Sur, en los municipios de Huatabampo, Navojoa, Etchojoa y Cajeme; en la región Noroeste del Estado, han tocado tierra un 23 %, afectando a Puerto Peñasco, Puerto Libertad y Plutarco Elías Calles; la región de Guaymas-Empalme ha sido impactada por el 15.3 % de este tipo de fenómeno meteorológico y finalmente, la región de la Costa de Hermosillo con un 12.7 %.

VULCANISMO

En la Cuenca del Río Mayo no existen volcanes que representen un riesgo regional; para el Estado de Sonora, el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) sólo considera como volcán activo al Volcán Santa Clara –también llamado del Pinacate- ubicado en la zona conocida como El Gran desierto de Altar, perteneciente a los Municipios de Puerto Peñasco, San Luis Río Colorado y Plutarco Elías Calles. Dicho volcán se ubica aproximadamente a 700 km (en línea recta) del área del Proyecto.

SISMICIDAD

Con base en la regionalización sísmica de la República Mexicana (CENAPRED, 2001), la Cuenca del Río Mayo A –y por tanto, el área del proyecto- se sitúan en la zona del país donde la frecuencia de sismos es baja y se presentan aceleraciones de terreno menores al 70 % de la gravedad con respecto a las zonas de mayor riesgo (Figura IV.25).



Figura IV.25. Sismicidad relacionada con el Proyecto.

MOVIMIENTO DE TIERRAS

Dentro de las áreas identificadas como vulnerables se encuentran las que presentan movimiento de la superficie del terreno natural, por ejemplo:

1. Laderas naturales.
2. Flujos de lodo y escombros.
3. Hundimiento regional y local.
4. Agrietamiento del terreno, originado por desplazamientos diferenciales, horizontales y/o verticales, de la superficie del mismo.

La inestabilidad de laderas se presenta en zonas montañosas, donde la superficie del mismo presenta diversos grados de inclinación. El grado de inestabilidad está íntimamente relacionado con el origen geológico de las masas térreas. En este contexto, el problema de inestabilidad se puede definir como la pérdida de la capacidad del terreno natural para autosustentarse, lo que deriva en reacomodos y colapsos del mismo (CENAPRED, 2001).

Los flujos de lodo y escombros se pueden identificar como ríos de material térreo de diversos tamaños, cuando éste se satura bruscamente ante la presencia del agua de lluvias extraordinarias. Esta situación podría presentarse en regiones propensas a inundaciones o con altas precipitaciones en zonas montañosas, que no es el caso del sitio del proyecto (Figura IV.26).

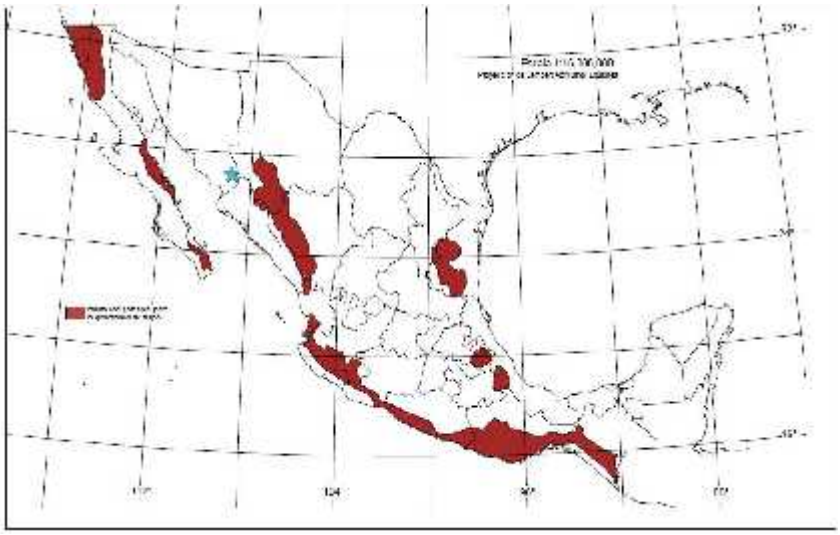


Figura IV.26. Ubicación del sitio de proyecto respecto a las zonas con potencial para la generación de flujos.

El hundimiento regional se manifiesta por el descenso de la superficie de una extensión determinada del terreno natural. Este problema se encuentra asociado con la extracción de agua subterránea, principalmente en la región centro noroeste del país, la cual dista considerablemente del sitio de interés (Figura IV.27).



Figura IV.27. Ubicación del sitio del Proyecto respecto a zonas susceptibles a hundimientos y deslizamientos.

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

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

En el país las zonas con potenciales importantes donde pueden ocurrir colapsos, se encuentran muy relacionadas a los sistemas montañosos (Figura IV.28). Los riesgos en sitios asociados a colapsos, a su vez, están relacionados con asentamientos irregulares y precipitaciones extremas. Esta situación no se presenta en el área del proyecto.



Figura IV.28. Ubicación del sitio del proyecto con zonas con potencial para la ocurrencia de colapsos.

INUNDACIONES

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

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

En México las inundaciones se producen mayoritariamente por la ocurrencia de ciclones tropicales; se puede decir que en cualquier lugar del país existe el riesgo de que ocurran inundaciones (Figura IV.29).

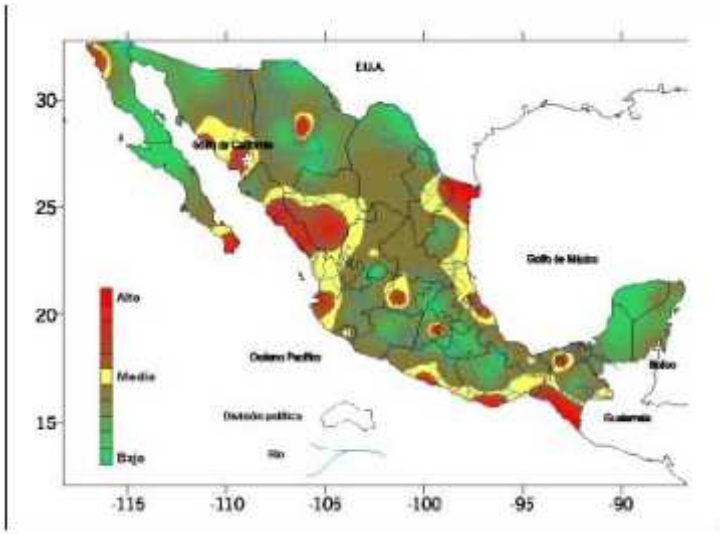


Figura IV.29. Ubicación del área de Proyecto respecto a Zonas con Peligro de inundaciones.

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

IV.3.1.7 CALIDAD DEL SISTEMA AMBIENTAL

Para establecer cualitativamente la calidad del sistema ambiental donde se localiza el Proyecto se empleó un modelo simple de ponderación basado en indicadores básicos de los aspectos considerados de mayor relevancia (Tabla IV.30).

Tabla IV.30. Indicadores, criterios y valores de ponderación de la calidad ambiental definido para el Proyecto.

INDICADOR	CRITERIOS	PONDERACIÓN
Cantidad de agua	Existe suficiente disponibilidad de agua	1
	Poca o mínima disponibilidad de agua	0
Calidad del agua	Contaminación mínima o nula	1
	Contaminación media o alta	0
Degradación del suelo	Opera uno o sin procesos de degradación	1
	Operan varios procesos de degradación	0
Procesos erosivos	Sin procesos erosivos intensos	1
	Con procesos erosivos intensos	0
Cobertura vegetal	Predomina la cobertura vegetal primaria	1
	Cobertura vegetal primaria nula o reducida	0
Biodiversidad	Ecosistemas con nula o mínima alteración	1
	Ecosistemas muy fragmentados o alterados	0
Actividades humanas	Con poco o media alteración humana	1
	Uso u ocupación humana intensa	0

La asignación de los niveles de calidad se realizó mediante un modelo de categorización que distingue tres grados (Tabla IV.31).

Tabla IV.31. Clasificación de niveles de calidad ambiental

PUNTUACIÓN	NIVEL DE CALIDAD	DESCRIPCIÓN
6 – 7	Calidad Alta	Áreas con recursos biofísicos bien conservados, hábitats con alto grado de integridad y poca o nula intervención humana
3 – 5	Calidad Media	Áreas con recursos biofísicos medianamente alterados, con poca o nula actividad humana
0 – 2	Calidad Baja	Áreas con recursos biofísicos deteriorados, hábitats sumamente alterados, con usos y ocupación humana

Con la aplicación metodológica señalada se determinó para el sistema ambiental definido para el Proyecto un nivel de calidad ambiental Media y para el polígono de las actividades pretendidas un nivel de calidad ambiental Baja (Tabla IV.32).

Tabla IV.32. Niveles de calidad ambiental en el Sistema Ambiental y área de Proyecto.

INDICADOR	SISTEMA AMBIENTAL	POLÍGONO DEL PROYECTO
Disponibilidad de agua	0	0
Contaminación del agua	1	0
Degradación del suelo	1	1
Erosión	1	1
Cobertura vegetal	0	0
Biodiversidad	1	0
Actividades humanas	0	0
Puntuación total	4	2
Nivel de Calidad	**Media**	**Baja**

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS 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 Presa de Jales 2 Segunda Etapa.

Con base en la información relativa a la caracterización del sitio donde pretende construirse el Proyecto, 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 MINERO (Modalidad Particular) (SEMARNAT, 2002).

Debido a los impactos residuales que se pueden ocasionar debido a las actividades a desarrollar por el Proyecto, éste se encuadra en los supuestos del Artículo 11 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, a efecto de que su pertinencia sea evaluada por la autoridad, a través del presente documento.

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 –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 MIA-P, 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 considera 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) Valora 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 considerando los elementos ambientales y sociales más relevantes. Es importante enfatizar que la ampliación promovida en este estudio forma parte integral de todo el desarrollo de las actividades de Bi Metals en la región, en tanto que las facilidades que se pretenden realizar son de la misma naturaleza que las ya autorizadas anteriormente y no conllevan procesos distintos a los que actualmente operan, además de que 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, se ha optado –cuando es necesario- por hacer referencia a los elementos del proyecto minero (Planta de Flotación y Presa de Jales) actual que son de relevancia para el análisis entre el proyecto minero ya autorizado y la ampliación 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 de ampliación.

Se puntualiza que actualmente la Empresa cuenta con las autorizaciones de impacto ambiental y riesgo para la construcción y operación de la infraestructura de una planta de flotación y presa de jales, y la presente propuesta aunque involucra el uso nuevas superficies, no incluye procesos diferentes a los que fueron manifestados y autorizados en su momento.

Así tenemos que el desarrollo del Proyecto origina alteraciones generales a diversos caracteres de los factores ambientales, estos factores ambientales se describen a continuación.

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 del debido a sus actividades inherentes, las cuales incluyen el mantenimiento de caminos existentes, el trazo de dos nuevos caminos y la conformación de la nueva presa de jales. Estas modificaciones persistirán una vez concluidas las actividades mineras.

V.1.3 SUELOS

La operación y desarrollo del Proyecto generará alteraciones en las características del suelo, debidas principalmente al movimiento que debe efectuarse de la capa fértil de este recurso.

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 al funcionamiento de las medidas que permita mantener y derivar los flujos intermitentes hacia su escorrentía natural, sin afectaciones significativas en la dinámica presente.

La construcción de la presa de jales, así como el manejo de los elementos con potencial de contaminación (residuos peligrosos), se realizará con estricto apego a las disposiciones que enmarcan las leyes, con altos estándares de control y de acuerdo con el plan de manejo que la empresa ha implementado.

V.1.5 FLORA

Por la actividad, en esta primera fase, es necesario efectuar la remoción de la vegetación en 11.1016 ha, alterando las asociaciones vegetales presentes de forma puntal.

El desarrollo del Proyecto contempla –al igual que el desarrollo de actividades previas de Bi Metals- que se mantengan superficies sin alteración dentro de las tierras concesionadas a la empresa así como en zonas aledañas; en estas áreas se presentan las especies características del sitio de Proyecto, 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, 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.

Es importante considerar que de las especies de flora identificadas en el área del Proyecto, una especie de flora silvestre es considerada bajo protección especial dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

V.1.6 FAUNA

La actividad en la zona modificará la distribución puntual de la fauna silvestre por la pérdida de hábitat, al requerir y utilizar, de manera directa, superficies con cobertura vegetal. 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.

Una de las especies de fauna está catalogada como sujeta a Protección Especial según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

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, como en el caso del Proyecto, la conformación de presas de jales así como el mantenimiento de caminos existentes y conformación de nuevos.

Esta alteración del paisaje se debe a la necesaria la remoción de la cobertura vegetal en un área determinada. Sin embargo, cabe resaltar que el Proyecto y las actividades que contempla se integran al área de ocupación de Bi Metals y a un paisaje considerado como industrial, por tal motivo la alteración paisajista no se reflejará en el Sistema Ambiental.

V.1.8 DEMOGRAFÍA

Como se ha observado en capítulos anteriores, el crecimiento de la población en las localidades aledañas ha sido considerablemente mayor que el promedio del Estado de Sonora. Es probable que las oportunidades de empleo en la región hayan sido uno de los principales factores que ha 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 del Proyecto 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) y otras fuentes oficiales; y (iii) una imagen de satélite del área adquirida para el análisis.

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

V.2.1.2 ANÁLISIS *IN SITU*

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

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.

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; en tanto que 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 30 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
			2. Gases contaminantes
		Emisiones mecánicas	3. Niveles de ruido
			4. Nivel de vibraciones
	Suelo	Geología	5. Estabilidad geológica
		Relieve y formas	6. Topografía
		Composición	7. Propiedades físicas (pérdida por erosión)
			8. Propiedades químicas (contaminación)
		Usos	9. Cambio de uso del suelo
	Agua superficial	Calidad	10. Contaminación (y sedimentación)
		Procesos	11. Variación del flujo
			12. Modificación de curso
	Agua subterránea	Calidad	13. Contaminación
		Procesos	14. Alteración (capacidad) de la recarga
Biótico	Flora silvestre	Cantidad	15. Abundancia
			16. Diversidad
			17. Cobertura
		Procesos	18. Especies en riesgo (NOM-059)
			19. Especies de interés comercial
			20. Sucesión Ecológica
	Fauna silvestre	Cantidad	21. Abundancia
			22. Diversidad
		Procesos	23. Especies en riesgo (NOM-059)
			24. Conservación de hábitat y corredores biológicos
	Paisaje	Calidad	25. Incidencia visual
		Interacción con el medio	26. Armonía visual
Socioeconómico	Población	Social	27. Salud pública
			28. Calidad de vida
		Economía	29. Economía regional
			30. Actividades productivas

A continuación, se proporciona una descripción general de cada indicador seleccionado.

V.2.2.1 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 se evalúa a través de dos indicadores, niveles de ruido y niveles de vibración.

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 desmonte, carga, acarreo y transporte de material. Asimismo, se tienen en cuenta los efectos que algunas actividades, como el almacenamiento de suelo y 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 (PM_{10} y $PM_{2.5}$) (Tabla V.2).

Tabla V.2. Valores límite de concentración ambiental de partículas PM_{10} 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**, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas, con la 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

Respecto de las emisiones mecánicas, como variable del componente ambiental Aire, se analizan dos indicadores.

NIVELES DE RUIDO

Se revisan los niveles de emisiones sonoras causados por el traslado de materiales y operación de maquinaria; así como los efectos en su transmisión relacionados con el desmonte y la revegetación. 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
105dB(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 en camiones de alto perfil, obtención 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.

V.2.2.2 SUELO

Para este componente se analizan cinco indicadores.

ESTABILIDAD GEOLÓGICA

Se revisan los efectos en la estabilidad del terreno, causados por el desmonte, depósito de jales, apertura de caminos, revegetación, y construcción de obras de control de escorrentías.

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 tiene la conformación de la presa de jales 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 del suelo, como la estructura, profundidad, disponibilidad de agua, textura, color, porosidad, densidad, etc.

Además se analiza el efecto que tienen el despalme, apertura y mantenimiento de caminos, recolocación de suelo y construcción de obras de control de escorrentías, sobre la estructura del suelo.

Finalmente, se evalúa la incidencia en la permeabilidad natural del suelo, como consecuencia del desmonte, despalme, 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.
- Superficie del terreno que será desmontada.
- Tipo de suelos y erodabilidad en las áreas de desmonte.
- Topografía del terreno.
- Regímenes hidrológicos del área.
- Hidrología superficial del sitio.
- Previsión de medidas de manejo topográfico y de control de erosión.
- Volumen de suelo que debe ser removido 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 combustible o lubricantes durante la operación de maquinaria; fugas en la presa o percolación de componentes de los jales; 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.

CAMBIO DE USO DEL SUELO

Se evalúa el efecto del desmonte, despalme y revegetación del terreno, en la vocación del suelo y pérdida de servicios ambientales; se consideran los siguientes factores:

- Superficie forestal que será removida.

- Tipo y estado de las comunidades vegetales presentes.
- Superficie del terreno que será revegetada.

V.2.2.3 AGUA SUPERFICIAL

Este componente se analiza a través de tres indicadores.

CONTAMINACIÓN (Y NIVELES DE SEDIMENTACIÓN)

Se revisa el grado en que el Proyecto incide en la sedimentación o azolvamiento de los cursos naturales de agua de la zona, como resultado del desmonte, despalme, recuperación de suelo y la construcción de obras de 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 del desmonte, construcción de la nueva presa de jales, caminos, revegetación y construcción de obras de control de escorrentías. Se tienen en cuenta los siguientes factores:

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

MODIFICACIÓN DE CURSO

Se revisa el efecto potencial de la construcción de nuevos caminos y el mantenimiento de los existentes, construcción de la presa de jales y la construcción de obras de control de escorrentías, 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.

V.2.2.4 AGUA SUBTERRÁNEA

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

CALIDAD (CONTAMINACIÓN) DEL AGUA

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

- Caracterización de los jales.
- 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 del desmonte, despalme, nivelación y compactación del terreno, impermeabilización del área de presa de jales, recolocación 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.

V.2.2.5 FLORA SILVESTRE

Se evalúa la incidencia del Proyecto sobre la vegetación, a través de seis indicadores.

ABUNDANCIA

Se analiza el efecto del desmonte, el rescate de individuos y la revegetación en el área del Proyecto, en relación con la estructura vegetal en el Sistema Ambiental. 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, 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.
- Cobertura vegetal del matorral en el área de influencia del estudio.
- Superficie del terreno que será revegetada.

ESPECIES EN RIESGO

Se analiza el efecto de la ejecución del Proyecto en relación con la presencia de especies que pudieran encontrarse durante los trabajos de preparación, construcción y operación. 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.

ESPECIES DE INTERÉS COMERCIAL

Se evalúa el efecto del desmonte 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 y la revegetación, sobre el proceso de sucesión ecológica en el ecosistema del 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.
- Número de especies que se distribuyen en la zona.

- Extensión del Proyecto.
- Homogeneidad de las asociaciones vegetales presentes.
- Superficie del terreno que será revegetada.
- Efectividad potencial de la revegetación del sitio.

V.2.2.6 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, desmonte, 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.
- Superficie de ocupación del Proyecto.
- Efectividad del rescate de ejemplares, la revegetación.

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 DE 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.

V.2.2.7 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 remoción de la vegetación y la construcción de las obras de las que consta el Proyecto, en la armonía y coherencia de los componentes paisajísticos.

V.2.2.8 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) y 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 poblacional en los asentamientos humanos próximos.
- Duración, frecuencia y horarios de las actividades generadoras de disturbio.
- Número, tipo y coincidencia de fuentes generadoras de disturbio.
- Horarios de operación de las fuentes emisores de ruido.

- Intensidad de las emisiones sonoras.
- 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 18 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	■			
3.	Desmonte	■			
4.	Remoción de suelo (Despalme)	■			
5.	Recuperación y almacenamiento de suelo	■			
6.	Obras de control de escorrentía	■	■		
7.	Preparación del terreno para presa de jales y bordo iniciador (nivelación, compactación, impermeabilización)	■	■		
8.	Construcción/rehabilitación de caminos	■	■	■	
9.	Capacitación de personal			■	
10.	Depósito de jales.			■	
11.	Operación de vehículos y maquinaria			■	
12.	Mantenimiento de vehículos y maquinaria			■	
13.	Bombeo de agua			■	
14.	Transporte de personal e insumos			■	
15.	Recolección y disposición adecuada de residuos			■	
16.	Colocación de suelo recuperado			■	■
17.	Forestación y reforestación			■	■
18.	Reincorporación de tierras a actividades productiva			■	■

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

V.2.4 IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES

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

La identificación de los impactos potenciales se realizó con base en la experiencia adquirida en la evaluación de proyectos similares, tomando como base el análisis del diagnóstico ambiental, la descripción del Proyecto, la lectura espacial del entorno y el trabajo de campo. Como apoyo se empleó una matriz de Leopold modificada, a través de la cual se detectaron las interacciones posibles entre las distintas actividades del Proyecto (colocadas en las columnas) y los indicadores seleccionados (colocados en las filas).

En esta matriz se incorporó un criterio simple de valoración acerca de la naturaleza de la interacción, identificando con un numero uno negativo (-1) aquéllas que presentan un carácter adverso o negativo y un uno positivo (1) las de carácter positivo o benéfico (Tabla V.9). Del análisis de la matriz indicada, se observa que existen 157 interacciones o impactos posibles, de los cuales 85 se identifican como adversos y 72 como positivos.

.9. Matiz de interacción entre los indicadores ambientales seleccionados y las obras o actividades del Proyecto.

	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	Desmonte	Remoción de suelo (despalme)	Recuperación y almacenamiento de suelo	Obras de control de escorrentía	Preparación del terreno para presa de jales y bordo iniciador (nivelación, compactación, impermeabilización)	Construcción / rehabilitación de caminos	Capacitación	Depósito de Jales	Operación de equipo	Mantenimiento de maquinaria	Bombeo de agua	Transporte de personal e insumos	Recolección y disposición adecuada de residuos	Colocación de suelo recuperado	Forestación y reforestación	Reincorporación del terras a actividades productiva				
	Concentración de Partículas suspendidas			-1	-1	1	-1	-1	-1			-1			-1	1	1	1		7	4	29	7
	Gases contaminantes			-1	-1		-1	-1	-1			-1	1		-1			1		7	2		
ergía	Niveles de ruido			-1	-1		-1	-1	-1		-1	-1	1	-1	-1					9	1		
	Niveles de Vibraciones			-1	-1			-1	-1			-1			-1					6	0		
	Estabilidad geológica			-1	-1	1		-1			-1							1		4	2	17	14
mas	Topografía				-1			-1	-1		-1						1			4	1		
n	Propiedades físicas				-1	1		-1	-1								1	1	1	3	4		
	Propiedades químicas				-1	1					-1					1	1	1	1	2	5		
	Cambio de uso del suelo				-1			-1	-1		-1						1	1		4	2		
	Contaminación			-1	-1			-1			1					1		1		3	3	10	6
	Variación del flujo						-1	-1										1		2	1		
	Modificación de curso			-1			-1	-1	-1		-1						1	1		5	2		
	Contaminación							1			1					1				0	3	6	4
	Alteración de la recarga			-1	-1		-1	-1	-1		-1							1		6	1		
	Abundancia		1	-1													1	1	1	1	4	6	16
	Diversidad		1	-1														1		1	2		
	Cobertura		1	-1													1	1	1	1	4		
	Especies en riesgo		1	-1														1		1	2		
	Especies de interés comercial		1	-1														1	1	1	3		
	Sucesión ecológica			-1														1		1	1		
	Abundancia		1	-1				-1	-1						-1			1	1	4	3	9	11
	Diversidad		1	-1														1		1	2		
	Especies en Riesgo		1	-1														1		1	2		
	Hábitat y corredores biológicos			-1				-1	-1							1	1	1	1	3	4		
	Incidencia visual			-1	-1			-1	-1		-1					1		1	1	5	3	8	4
con el	Armonía visual			-1	-1			-1										1		3	1		
	Salud pública										1					1				0	2	0	10
	Calidad de Vida	1								1									1	0	3		
	Economía regional	1																	1	0	2		
	Actividades productivas	1							1										1	0	3		
																				85	72	85	72
	Impacto -1 por actividad	0	0	20	13	0	6	16	12	0	8	4	0	1	5	0	0	0	0	85			
	Impacto 1 por actividad	3	8	0	0	3	1	1	1	1	3	0	2	0	0	7	9	22	11	72			
	Impacto -1 por etapa	67								18							0			85			
	Impacto 1 por etapa	17								13							42			72			

157

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 pre-operativas).	Permanente	Media	Corta
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 pre-existente 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:

a) La individualización de los criterios de evaluación de magnitud descritos anteriormente

b) La asignación de una calificación objetiva a cada criterio, de acuerdo con tres valores de ponderación determinados

c) 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 x (I + T + O + E + D + R)			
Niveles de magnitud de impactos			
Negativo (-)			
Severo		≥(-) 16	
Moderado		(-15) ≥ (-)10	
Positivo (+)			
Alto		≥(+) 16	
Mediano		(+15) ≥ (+) 10	
Bajo		≤ (+) 9	
Compatible (-)			
Compatible		≤ (-) 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	≥ (+)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 pre-existentes; (ii) favorecen la conservación de la calidad del componente ambiental; o (iii) mejoran francamente su condición.
	Mediano	(+15) ≤ (+)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	≤ (+)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	≥ (-)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) ≤ (-)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		≤ (-) 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 157 interacciones identificadas como potenciales.

Como se indicó 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	Etapa de Preparación y Construcción								Etapas de operación y mantenimiento							Etapa de Cierre y Clausura		
			Contratación del personal	Rescate y reubicación de flora y fauna	Desmonte	Remoción de suelo (despalme)	Recuperación y almacenamiento de suelo	Obras de control de escorrentía	Preparación del terreno para presa de jales y bordo iniciador (nivelación, compactación, impermeabilización)	Construcción / rehabilitación de caminos	Capacitación	Deposito de Jales	Operación de equipo	Mantenimiento de maquinaria	Bombeo de agua	Transporte de personal e insumos	Recolección y disposición adecuada de residuos	Colocación de suelo recuperado	Forestación y reforestación	Reincorporación del terreno a actividades productiva
Aire	Calidad	Concentración de Partículas suspendidas			-13	-11	11	-7	-11	-8			-10			-13	8	10	13	
		Gases contaminantes			-12	-11		-7	-8	-8			-10	7		-13			11	
	Forma de energía	Niveles de ruido			-12	-10		-9	-8	-8		-7	-11	7	-7	-12				
		Niveles de Vibraciones			-12	-11			-10	-8			-9			-12				
Suelo	Geología	Estabilidad geológica			-11	-13		12	-11			-10							12	
	Relieve y formas	Topografía				-12			-14	-9		-11						12		
	Composición	Propiedades físicas				-13	12		-13	-9								11	12	11
		Propiedades químicas				-13	10					-13					9	9	12	11
	Usos	Cambio de uso del suelo				-13			-12	-10		-14						10	15	
Agua superficial	Calidad	Contaminación			-7	-6			-8			14					10		12	
	Procesos	Variación del flujo						-7	-9										11	
		Modificación de curso			-10			-9	-10	-8		-12						12	12	
Agua subterránea	Calidad	Contaminación							12			14					9			
	Procesos	Alteración de la recarga			-9	-8		-9	-10	-9		-13							10	
Flora silvestre	Cantidad	Abundancia		11	-15													9	13	12
		Diversidad		11	-14														10	
		Cobertura		10	-14													9	13	12
	Procesos	Especies en riesgo		11	-10														12	
		Especies de interés comercial		12	-10														10	12
		Sucesión ecológica			-14														13	
Fauna silvestre	Cantidad	Abundancia		11	-14				-7	-6						-6			10	10
		Diversidad		11	-12														10	
	Procesos	Especies en Riesgo		11	-8														11	
		Hábitat y corredores biológicos			-14				-7	-7							11	10	10	12
Paisaje	Calidad	Incidencia visual			-11	-11			-9	-7		-10					11		12	10
	Interacción con el medio	Armonía visual			-11	-11			-7										12	
Población	Social	Salud pública										13					15			
		Calidad de Vida	14								11									11
	Economía	Economía regional	15																	9
		Actividades productivas	14							14										11

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	Desmonte	-1	3	3	3	2	1	1	**-13**	**MODERADO**
		Remoción de suelo	-1	2	2	3	2	1	1	**-11**	**MODERADO**
		Recuperación y almacenamiento de suelo	1	2	1	2	2	2	2	**11**	**MEDIANO**
		Obras de control de escorrentía	-1	1	1	2	1	1	1	**-7**	**COMPATIBLE**
		Preparación del terreno para presa de jales y bordo iniciador (nivelación, compactación, impermeabilización)	-1	2	2	2	2	1	2	**-11**	**MODERADO**
		Construcción/rehabilitación de caminos	-1	2	1	2	1	1	1	**-8**	**COMPATIBLE**
		Operación de equipo	-1	3	2	2	1	1	1	**-10**	**MODERADO**
		Transporte de personal e insumos	-1	3	3	3	2	1	1	**-13**	**MODERADO**
		Recolección y disposición adecuada de residuos	1	1	2	1	1	2	1	**8**	**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	Desmonte	-1	3	3	3	1	1	1	**-12**	**MODERADO**
		Remoción de suelo	-1	2	2	3	2	1	1	**-11**	**MODERADO**
		Obras de control de escorrentía	-1	1	1	2	1	1	1	**-7**	**COMPATIBLE**
		Preparación del terreno para presa de jales y bordo iniciador (nivelación, compactación, impermeabilización)	-1	2	1	2	1	1	1	**-8**	**COMPATIBLE**
		Construcción/rehabilitación de caminos	-1	2	1	2	1	1	1	**-8**	**COMPATIBLE**
		Operación de equipo	-1	3	2	2	1	1	1	**-10**	**MODERADO**
		Mantenimiento de maquinaria	1	1	1	2	1	1	1	**7**	**BAJO**
		Transporte de personal e insumos	-1	3	3	3	2	1	1	**-13**	**MODERADO**
		Forestación y reforestación	1	2	2	2	1	2	2	**11**	**MEDIANO**
	3. Niveles de ruido	Desmonte	-1	3	3	3	1	1	1	**-12**	**MODERADO**
		Remoción de suelo	-1	2	2	3	1	1	1	**-11**	**MODERADO**
		Obras de control de escorrentía	-1	2	2	2	1	1	1	**-9**	**COMPATIBLE**
		Preparación del terreno para presa de jales y bordo iniciador (nivelación, compactación, impermeabilización)	-1	2	1	2	1	1	1	**-8**	**COMPATIBLE**
		Construcción/rehabilitación de caminos	-1	2	1	2	1	1	1	**-8**	**COMPATIBLE**
		Depósito de jales	-1	1	1	1	1	2	1	**-7**	**COMPATIBLE**
		Operación de equipo	-1	3	2	3	1	1	1	**-11**	**MODERADO**
		Mantenimiento de maquinaria	1	1	1	2	1	1	1	**7**	**BAJO**
		Bombeo de agua	-1	1	1	2	1	1	1	**-7**	**COMPATIBLE**
		Transporte de personal, insumos y productos finales	-1	3	3	3	1	1	1	**-12**	**MODERADO**
	4. Niveles de vibraciones	Desmonte	-1	3	3	3	1	1	1	**-12**	**MODERADO**
		Remoción de suelo	-1	2	3	3	1	1	1	**-11**	**MODERADO**

POTENCIAL AFECTADO	INDICADOR AMBIENTAL	ACTIVIDAD	CRITERIOS DE VALORACIÓN								MAGNITUD DE IMPACTO
		Preparación del terreno para presa de jales y bordo iniciador (nivelación, compactación, impermeabilización)	-1	3	2	2	1	1	1	**-10**	**MODERADO**
		Construcción/rehabilitación de caminos	-1	2	1	2	1	1	1	**-8**	**COMPATIBLE**
		Operación de equipo	-1	2	2	2	1	1	1	**-9**	**COMPATIBLE**
		Transporte de personal, insumos y productos finales	-1	3	3	3	1	1	1	**-12**	**MODERADO**
Suelo	5. Estabilidad geológica	Desmonte	-1	2	2	2	2	2	1	**-11**	**MODERADO**
		Remoción de suelo (Despalme)	-1	2	3	3	2	2	1	**-13**	**MODERADO**
		Obras de Control de escorrentía	1	3	2	2	1	2	2	**12**	**MEDIANO**
		Preparación del terreno para presa de jales y bordo iniciador (nivelación, compactación, impermeabilización)	-1	3	3	2	1	1	1	**-11**	**MODERADO**
		Depósito de jales	-1	2	2	1	1	2	2	**-10**	**MODERADO**
		Forestación y reforestación	1	2	2	2	1	3	2	**12**	**MEDIANO**
	6. Topografía	Remoción de suelo (despalme)	-1	2	2	3	1	2	2	**-12**	**MODERADO**
		Preparación del terreno para presa de jales y bordo iniciador (nivelación, compactación, impermeabilización)	-1	3	3	3	1	2	2	**-14**	**MODERADO**
		Construcción/rehabilitación de caminos	-1	1	1	2	1	2	2	**-9**	**COMPATIBLE**
		Depósito de jales	-1	2	2	1	1	3	2	**-11**	**MODERADO**
		Colocación de suelo recuperado	1	2	2	2	2	2	2	**12**	**MEDIANO**
	7. Propiedades físicas	Remoción de suelo (despalme)	-1	2	3	3	1	2	2	**-13**	**MODERADO**
		Recuperación y almacenamiento de suelo fértil	1	2	2	3	1	2	2	**12**	**MEDIANO**
		Preparación del terreno para presa de jales y bordo iniciador (nivelación, compactación, impermeabilización)	-1	2	2	3	2	2	2	**-13**	**MODERADO**
		Construcción/rehabilitación de caminos	-1	1	1	2	2	1	2	**-9**	**COMPATIBLE**
		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**
		Reincorporación del tierras a actividades productiva	1	2	2	2	1	3	1	**11**	**MEDIANO**
	8. Propiedades químicas	Remoción de suelo (despalme)	-1	2	3	3	1	2	2	**-13**	**MODERADO**
		Recuperación y almacenamiento de suelo fértil	1	1	1	3	1	2	2	**10**	**MEDIANO**
		Depósito de jales	-1	2	2	2	1	3	3	**-13**	Moderado
		Recolección y disposición adecuada de residuos	1	1	1	2	1	2	2	**9**	**BAJO**
		Colocación de suelo recuperado	1	1	1	2	1	3	1	**9**	**BAJO**
		Forestación y reforestación	1	2	2	2	1	3	2	**12**	**MEDIANO**
		Reincorporación del tierras a actividades productiva	1	2	2	2	1	3	1	**11**	**MEDIANO**
	9. Cambio de uso del suelo	Remoción de suelo (despalme)	-1	2	3	2	2	2	2	**-13**	**MODERADO**
		Preparación del terreno para presa de jales y bordo iniciador (nivelación, compactación, impermeabilización)	-1	2	2	2	2	2	2	**-12**	**MODERADO**
		Construcción/rehabilitación de caminos	-1	1	1	2	2	2	2	**-10**	**MODERADO**
		Depósito de jales	-1	3	2	2	1	3	3	**-14**	**MODERADO**
		Colocación de suelo recuperado	1	1	1	2	2	3	1	**10**	**MEDIANO**
		Forestación y reforestación	1	3	3	3	1	3	2	**15**	**MEDIANO**
Agua superficial	10. Contaminación.	Desmonte	-1	2	1	1	1	1	1	**-7**	**COMPATIBLE**
		Remoción de suelo (Despalme)	-1	1	1	1	1	1	1	**-6**	**COMPATIBLE**

POTENCIAL AMBIENTAL	INDICADOR AMBIENTAL	ACTIVIDAD	CRITERIOS DE VALORACIÓN								MAGNITUD DE IMPACTO
		Preparación del terreno para presa de jales y bordo iniciador (nivelación, compactación, impermeabilización)	-1	2	2	1	1	1	1	**-8**	**COMPATIBLE**
		Depósito de jales	1	2	2	3	2	3	2	**14**	**MEDIANO**
		Recolección y disposición adecuada de residuos	1	2	2	2	1	2	1	**10**	**MEDIANO**
		Forestación y reforestación	1	2	2	2	1	3	2	**12**	**MEDIANO**
	11. Variación del flujo	Obras de control de escorrentía	-1	1	1	1	1	1	2	**-7**	**COMPATIBLE**
		Preparación del terreno para presa de jales y bordo iniciador (nivelación, compactación, impermeabilización)	-1	2	2	1	1	1	2	**-9**	**COMPATIBLE**
		Forestación y reforestación	1	1	1	2	2	2	3	**11**	**MEDIANO**
	12. Modificación de curso	Desmonte	-1	2	1	2	1	2	2	**-10**	**MODERADO**
		Obras de control de escorrentía	-1	1	1	3	1	1	2	**-9**	**COMPATIBLE**
		Preparación del terreno para presa de jales y bordo iniciador (nivelación, compactación, impermeabilización	-1	2	2	2	1	1	2	**-10**	**MODERADO**
		Construcción/rehabilitación de caminos	-1	1	1	2	1	1	2	**-8**	**COMPATIBLE**
		Depósito de jales	-1	2	2	2	1	3	2	**-12**	**MODERADO**
		Colocación de suelo recuperado	1	2	1	2	2	2	3	**12**	**MEDIANO**
		Forestación y reforestación	1	2	1	2	2	2	3	**12**	**MEDIANO**
Agua subterránea	13. Contaminación	Preparación del terreno para presa de jales y bordo iniciador (nivelación, compactación, impermeabilización	1	2	2	2	2	2	2	**12**	**MEDIANO**
		Depósito de jales	1	2	3	2	2	3	2	**14**	**MEDIANO**
		Recolección y disposición adecuada de residuos	1	1	1	2	1	2	2	**9**	**BAJO**
	14. Alteración de la recarga	Desmonte	-1	2	1	1	1	2	2	**-9**	**COMPATIBLE**
		Remoción de suelo (despalme)	-1	1	1	1	1	2	2	**-8**	**COMPATIBLE**
		Obras de control de escorrentía	-1	1	1	2	1	2	2	**-9**	**COMPATIBLE**
		Preparación del terreno para presa de jales y bordo iniciador (nivelación, compactación, impermeabilización	-1	2	2	2	1	2	1	**-10**	**MODERADO**
		Construcción/rehabilitación de caminos	-1	1	2	1	1	2	2	**-9**	**COMPATIBLE**
		Depósito de jales	-1	2	2	2	1	3	3	**-13**	**MODERADO**
		Forestación y reforestación	1	1	1	2	1	3	2	**10**	**MEDIANO**
Flora silvestre	15. Abundancia	Rescate y reubicación de flora y fauna	1	1	2	2	1	3	2	**11**	**MEDIANO**
		Desmonte	-1	3	3	3	2	2	2	**-15**	**MODERADO**
		Colocación de suelo recuperado	1	1	1	2	1	3	1	**9**	**BAJO**
		Forestación y reforestación	1	1	3	3	1	3	2	**13**	**MEDIANO**
		Reincorporación del tierras a actividades productiva	1	1	3	3	1	3	1	**12**	**MEDIANO**
	16. Diversidad	Rescate y reubicación de flora y fauna	1	1	2	2	1	3	2	**11**	**MEDIANO**
		Desmonte	-1	3	3	2	1	3	2	**-14**	**MODERADO**
		Forestación y reforestación	1	1	1	2	1	3	2	**10**	**MEDIANO**
	17. Cobertura	Rescate y reubicación de flora y fauna	1	1	1	2	1	3	2	**10**	**MEDIANO**
		Desmonte	-1	3	3	3	1	2	2	**-14**	**MODERADO**
		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 del tierras a actividades productiva	1	1	3	3	1	3	1	**12**	**MEDIANO**
	18. Especies en riesgo (NOM-	Rescate y reubicación de flora y fauna	1	1	2	2	1	3	2	**11**	**MEDIANO**

POTENCIAL AMBIENTAL	INDICADOR AMBIENTAL	ACTIVIDAD	CRITERIOS DE VALORACIÓN								MAGNITUD DE IMPACTO
	059)	Desmonte	-1	1	1	2	1	3	2	**-10**	**MODERADO**
		Forestación y reforestación	1	1	3	2	1	3	2	**12**	**MEDIANO**
	19. Especies de interés comercial	Rescate y reubicación de flora y fauna	1	2	2	2	2	2	2	**12**	**MEDIANO**
		Desmonte	-1	1	1	3	1	2	2	**-10**	**MODERADO**
		Forestación y reforestación	1	1	1	2	1	3	2	**10**	**MEDIANO**
		Reincorporación del tierras a actividades productiva	1	1	3	3	1	3	1	**12**	**MEDIANO**
	20. Sucesión ecológica	Desmonte	-1	3	3	3	1	2	2	**-14**	**MODERADO**
		Forestación y reforestación	1	1	3	3	1	3	2	**13**	**MEDIANO**
Fauna silvestre	21. Abundancia	Rescate y reubicación de flora y fauna	1	1	2	2	1	3	2	**11**	**MEDIANO**
		Desmonte	-1	3	3	3	1	2	2	**-14**	**MODERADO**
		Preparación del terreno para presa de jales y bordo iniciador (nivelación, compactación, impermeabilización	-1	1	2	1	1	1	1	**-7**	**COMPATIBLE**
		Construcción/rehabilitación de caminos	-1	1	1	1	1	1	1	**-6**	**COMPATIBLE**
		Transporte de personal e insumos	-1	1	1	1	1	1	1	**-6**	**COMPATIBLE**
		Forestación y reforestación	1	1	1	2	1	3	2	**10**	**MEDIANO**
		Reincorporación del tierras a actividades productiva	1	1	1	2	1	3	2	**10**	**MEDIANO**
	22. Diversidad	Rescate y reubicación de flora y fauna	1	1	2	2	1	3	2	**11**	**MEDIANO**
		Desmonte	-1	2	2	2	1	3	2	**-12**	**MODERADO**
		Forestación y reforestación	1	1	1	2	1	3	2	**10**	**MEDIANO**
	23. Especies en riesgo (NOM-059)	Rescate y reubicación de flora y fauna	1	1	2	2	1	3	2	**11**	**MEDIANO**
		Desmonte	-1	1	1	1	1	2	2	**-8**	**COMPATIBLE**
		Forestación y reforestación	1	1	2	2	1	3	2	**11**	**MEDIANO**
	24. Hábitat y corredores biológicos	Desmonte	-1	3	3	3	1	2	2	**-14**	**MODERADO**
		Preparación del terreno para presa de jales y bordo iniciador (nivelación, compactación, impermeabilización	-1	1	1	1	1	1	2	**-7**	**COMPATIBLE**
		Construcción/rehabilitación de caminos	-1	1	1	1	1	1	2	**-7**	**COMPATIBLE**
		Recolección y disposición adecuada de residuos	1	2	1	2	1	3	2	**11**	**MEDIANO**
		Colocación de suelo recuperado	1	1	1	2	1	3	2	**10**	**MEDIANO**
		Forestación y reforestación	1	1	1	2	1	3	2	**10**	**MEDIANO**
		Reincorporación del tierras a actividades productiva	1	1	3	3	1	3	1	**12**	**MEDIANO**
Paisaje	25. Incidencia visual	Desmonte	-1	2	2	2	1	2	2	**-11**	**MODERADO**
		Remoción de suelo (Despalme)	-1	2	2	2	1	2	2	**-11**	**MODERADO**
		Preparación del terreno para presa de jales y bordo iniciador (nivelación, compactación, impermeabilización	-1	1	1	2	1	2	2	**-9**	**COMPATIBLE**
		Construcción/rehabilitación de caminos	-1	1	1	1	1	1	2	**-7**	**COMPATIBLE**
		Depósito de jales	-1	2	2	1	1	2	2	**-10**	**MODERADO**
		Recolección y disposición adecuada de residuos	1	2	1	2	1	3	2	**11**	**MEDIANO**
		Forestación y reforestación	1	1	2	2	2	3	2	**12**	**MEDIANO**
		Reincorporación del tierras a actividades productiva	1	1	1	2	2	3	1	**10**	**MEDIANO**
	26. Armonía visual	Desmonte	-1	2	2	2	1	2	2	**-11**	**MODERADO**
		Remoción de suelo (Despalme)	-1	2	2	2	1	2	2	**-11**	**MODERADO**
		Preparación del terreno para presa de jales y bordo iniciador (nivelación, compactación, impermeabilización	-1	1	1	1	1	1	2	**-7**	**COMPATIBLE**

POTENCIAL AMBIENTAL	INDICADOR AMBIENTAL	ACTIVIDAD	CRITERIOS DE VALORACIÓN								MAGNITUD DE IMPACTO
		Forestación y reforestación	1	1	2	2	2	3	2	**12**	**MEDIANO**
Población	27. Salud pública	Depósito de jales	1	3	2	2	2	2	2	**13**	**MEDIANO**
		Recolección y disposición adecuada de residuos	1	3	3	3	2	2	2	**15**	**MEDIANO**
	28. Calidad de vida	Contratación del personal	1	3	3	3	2	2	1	**14**	**MEDIANO**
		Capacitación	1	2	1	2	2	2	2	**11**	**MEDIANO**
		Reincorporación del tierras a actividades productiva	1	2	2	2	1	3	1	**11**	**MEDIANO**
	29. Economía Regional	Contratación del personal	1	3	3	3	3	2	1	**15**	**MEDIANO**
		Reincorporación del tierras a actividades productiva	1	2	2	2	1	1	1	**9**	**BAJO**
	30. Actividades productivas	Contratación del personal	1	3	3	3	2	2	1	**14**	**MEDIANO**
		Construcción/rehabilitación de caminos	1	3	3	3	2	2	1	**14**	**MEDIANO**
		Reincorporación del 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 157 interacciones o impactos individuales posibles, entre las actividades del Proyecto y los componentes e indicadores ambientales seleccionados.

De esos impactos, 85 tienen carácter adverso o negativo y 72 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	51	34	0	63	9
85			**72**		
157					

El 60.00 % de los efectos potencialmente negativos es de magnitud moderada (51), 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 40.00 % es compatible, es decir, no obstante su naturaleza en esencia negativa, son impactos sobre componentes ambientales que no sufren cambios permanentes, por lo que se pueden recuperar sin acción de medidas de manejo, por lo que 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 (63) 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 (moderados), sin embargo, si tomamos en cuenta que los impactos considerados como compatibles son en esencia negativos, esta tendencia cambia aunque no en una relación alta. Esta situación refleja que el Proyecto ha internalizado medidas y acciones ambientales suficientes para promover la prevención o neutralización de los efectos indeseables.

V.4.2 DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Como puede observarse, en las matrices de valoración de impactos ambientales del Proyecto existe una cantidad mayor de impactos negativos (85) que positivos (72); 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 diseñar el Proyecto tomando en cuenta criterios de protección al medio ambiente.

Aunque algunos de los impactos positivos se pueden considerar como medidas de prevención o mitigación –como el rescate y reubicación de especies o la recuperación de la capa de suelo fértil- 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 del conjunto de 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:	Desmonte, traslado de material, operación de 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 desmonte, traslado de material, operación de 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 moderada, 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 recuperación y almacenamiento de suelo fértil, así como la revegetación de áreas, tienen un efecto positivo en la mitigación de la dispersión de partículas de polvo. En el primer caso, la recuperación, concentración y protección del suelo fértil, reduce en las áreas de ocupación del Proyecto la disponibilidad de material particulado susceptible de dispersarse, tanto por las acciones del Proyecto, como por el viento. A su vez, 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 a la dispersión de polvo. Adicionalmente, al contar con un plan de monitoreo ambiental que se implementará desde el inicio del Proyecto, hasta el momento en que concluya, aportará 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:	Acarreo de material, operación de 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 (p.e.: monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno) 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 (EMISIONES MECÁNICAS)**						
Indicador de impacto:	3. Niveles de ruido						
Impacto:	3. Incremento en los niveles de ruido del sitio						
Actividades que generan el impacto:	Desmonte, Despalme, 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 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:	Desmonte, Despalme, 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 su 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:	Desmonte, trabajos de acondicionamiento de terreno, conformación de la presa de jales (bordo iniciador).						
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:	El desmonte se incluye como actividad generadora en el análisis, debido a que la remoción de la vegetación favorece naturalmente el desgajamiento del terreno en casos de lluvias torrenciales. Debido a su naturaleza y origen, la conformación del bordo iniciador de la presa de jales, se concibe como formación potencialmente inestable del terreno si no se construye de forma adecuada. 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 atiende a rigurosos criterios de ingeniería, estabilidad y seguridad estructural, que previenen la ocurrencia de desplomes. En contraposición al impacto adverso, el desarrollo de actividades de estabilización física, 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:	Nivelación y compactación, apertura de caminos, depósito de material en presa de jales						
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 natural del terreno es uno de los impactos residuales inherentes a las actividades de explotación mineral. Por lo que toca a la conformación de estructuras como la presa de jales, las posibilidades de mitigación y restauración son poco viables, por su elevado costo, las dificultades técnicas de nivelación, así como los impactos adversos asociados con estas últimas actividades. En el caso de los efectos de la nivelación y compactación en terrenos donde se reubicará infraestructura como el camino, estos tienen amplias posibilidades de ser revertidos una vez concluyan las actividades del Proyecto.						

COMPONENTE AMBIENTAL:	SUELO (COMPOSICIÓN/PROPIEDADES FÍSICAS)						
Indicador de impacto:	7. Estructura						
Impacto:	7. Pérdida de suelo						
Actividades que generan el impacto:	Despalme, apertura y mantenimiento de caminos, almacén de suelo.						
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 Impactos positivos
Evaluación:	La significancia del efecto del despalme, apertura y mantenimiento de caminos, se evalúa como moderada, debida a que la remoción de suelo será 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 del 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 combustibles y aceites (vehículos y maquinaria), potencial de percolación en la presa de jales.						
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
Evaluación:	La generación de residuos y la operación de maquinaria son actividades potencialmente generadoras de contaminación del suelo. Este mismo potencial de convertirse en fuente de contaminación se tiene en la presa de jales. En el primer caso –donde puede considerarse a los jales- el riesgo de contaminación se asocia con un manejo y disposición inadecuados de los residuos que se generen durante del desarrollo del Proyecto; y 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 ante la posibilidad potencial de generar drenaje acido que se infiltre en el suelo desde la presa de jales. 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:	SUELO (USOS)						
Indicador de impacto:	9. Cambio de uso del suelo						
Impacto:	9. Cambio de uso del suelo – pérdida de superficie forestal						
Actividades que generan el impacto:	Desmonte, despalme						
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	Acumulativo	Temporal	Bajo	Mitigable Impactos positivos
Evaluación:	El desmonte y despalme del terreno son las actividades iniciadoras del cambio de uso del suelo del terreno. No obstante su carácter negativo, las obras del Proyecto se insertan como parte del área “industrial” de Bi Metals en la zona, cuyo uso de suelo es minero; además, el área de ocupación de estas actividades se circunscribe a lo estrictamente necesario para el desarrollo del Proyecto, esto permitirá que parte de la superficie total del polígono conserve su uso del suelo natural, lo cual se considera positivo si se toman en cuenta las actividades de rehabilitación programadas. La persistencia del impacto se evalúa como temporal, ya que el Proyecto considera la restauración y revegetación de las áreas afectadas al concluir la vida operativa de la mina, actividades que contribuirán con efectos positivos sobre distintos componentes ambientales. La posibilidad de mitigación del impacto es alta, a través de distintas medidas de protección ambiental consideradas en este estudio.						

COMPONENTE AMBIENTAL:	AGUA SUPERFICIAL (CALIDAD)						
Indicador de impacto:	10. Niveles de sedimentación y contaminación						
Impacto:	10. Incremento en los niveles de sedimentación en escurrimientos estacionales						
Actividades que generan el impacto:	Desmonte, despalme.						
Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:	Preparación del sitio, operación.						
Caracterización del efecto global:	Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control
	Negativo	Local	Mediano plazo	Simple	Temporal	Moderado	Mitigable Impactos positivos
Evaluación:	La exposición del terreno como consecuencia del desmonte y despalme, crean condiciones que favorecen el efecto erosivo de los escurrimientos y la precipitación, promoviendo el arrastre de sedimentos y su acumulación en el lecho de los cursos de						

agua de la zona.
El efecto es de extensión local y mediano plazo, ya que se manifiesta primordialmente en los escurrimientos localizados aguas abajo de las áreas expuestas, cuando ha transcurrido al menos un ciclo anual de precipitaciones. Su persistencia es temporal, en la medida en que la exposición del terreno y la disponibilidad de material particulado sean sostenidas.
El efecto presenta altas posibilidades de mitigación y existen, en el caso particular que se analiza, actividades previstas por el Proyecto que generan impactos positivos en el control de la erosión y sedimentación, de magnitud alta y mediana, que contrarrestan la magnitud del efecto adverso. Tales actividades son la recuperación y almacenamiento de suelo, la construcción de 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 minero, evitará que permanezcan áreas expuestas.

COMPONENTE AMBIENTAL:	AGUA SUPERFICIAL (PROCESOS)						
Indicador de impacto:	11. Variación de flujo						
Impacto:	11. Modificación (incremento) del flujo de agua superficial						
Actividades que generan el impacto:	Desmonte, apertura y mantenimiento de caminos, depósito de jales.						
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
Evaluación:	La exposición del terreno como consecuencia del desmonte y su posterior ocupación mediante el apilamiento de jales y la apertura del camino, favorecen en su conjunto condiciones que distorsionan los patrones naturales de escurrimiento superficial del sitio. Una de esas perturbaciones se relaciona 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. 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 considera reducir las superficies y tiempo de exposición del terrero, con avances por frentes de trabajo programados y secuenciales; construir obras de control de escurrimientos que reducirán el efecto adverso por la ocurrencia de impactos positivos de prevención y mitigación; y desarrollar un programa de revegetación de áreas afectadas, la extensión del impacto se considera local, con persistencia temporal y valores de magnitud y significancia moderados.						
Indicador de impacto:	12. Modificación de curso						
Impacto:	12. Modificación del curso natural de los escurrimientos superficiales						
Actividades que generan el impacto:	Apertura y mantenimiento de caminos, presa de jales.						
Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:	Preparación del sitio, construcción, operación.						
Caracterización del efecto global:	Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control
	Negativo	Local	Corto plazo	Simple	Temporal	Moderado	Mitigable Impactos positivos

Evaluación:	Las mismas actividades que ocasionan variaciones en el flujo de los escurrimientos naturales, causan la alteración de los patrones naturales de las escorrentías, con la consecuencia adversa de favorecer la erosión en áreas que no se encontraban expuestas a ese proceso. El efecto se evalúa como local y de corto plazo, 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 re-encauzarlos hacia escurrimientos naturales.

COMPONENTE AMBIENTAL:	AGUA SUBTERRÁNEA (CALIDAD)						
Indicador de impacto:	13. Contaminación						
Impacto:	13. Contaminación del agua subterránea						
Actividades que generan el impacto:	Operación de maquinaria, generación de residuos, fuga de combustibles y aceite en maquinaria y vehículos, depósito de jales						
Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:	Preparación del sitio, construcción, operación.						
Caracterización del efecto global:	Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control
	Compatible	Puntual	Corto plazo	Simple	Temporal	Compatible	Previsible Impactos positivos
Evaluación:	La operación de maquinaria, conformación de la presa de jales, 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, debido a que durante la operación de maquinaria, 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:	14. Capacidad de recarga						
Impacto:	14. Disminución de la capacidad de recarga del agua subterránea						
Actividades que generan el impacto:	Desmonte, despalme, nivelación, compactación.						
Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:	Preparación del sitio, construcción, operación						
Caracterización del efecto global:	Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control
	Negativo	Puntual	Mediano plazo	Simple	Temporal	Moderado	Mitigable Impactos positivos
Evaluación:	El desmonte, despalme, nivelación y compactación tienen en conjunto un impacto negativo en la capacidad de recarga del agua subterránea, al disminuir la retención del agua superficial por pérdida de vegetación y suelo, así como por el efecto de "sellamiento" de las áreas. No obstante lo anterior, además de ser temporal en algunos casos, y localizado exclusivamente en las áreas de ocupación del Proyecto, el impacto es susceptible de ser mitigado. Actividades como la recolocación de suelo fértil, la forestación y revegetación en las áreas afectadas al igual que la construcción de obras de control de escorrentías, generarán impactos positivos en la capacidad de recarga, de magnitud mediana, que mitigarán o contrarrestarán el efecto adverso.						

COMPONENTE AMBIENTAL:	FLORA SILVESTRE (CANTIDAD)						
Indicador de impacto:	15. Abundancia y Diversidad						
Impacto:	15. Conservación de la abundancia y 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), 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 presente actualmente en el sitio.						
Indicador de impacto:	16. Cobertura						
Impacto:	16. Disminución de la cobertura vegetal						
Actividades que generan el impacto:	Desmonte						
Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:	Preparación del sitio, construcción, operación						
Caracterización del efecto global:	Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control
	Negativo	Local	Corto plazo	Simple	Temporal	Baja	Mediana Impactos positivos
Evaluación:	La pérdida de cobertura vegetal es inevitable para el desarrollo del Proyecto. El efecto, sin embargo, se evalúa como local, con expresión desde el corto plazo, temporal y de significancia moderada, debido a que el retiro de vegetación de limitará exclusivamente a las áreas de ocupación del Proyecto. Asimismo, se considera temporal, en razón de que el Proyecto prevé integrarse al desarrollo del programa de restauración ambiental que Bi Metals considera para la etapa de cierre de sus actividades, en el que se incluye la revegetación de las áreas afectadas cuyas características lo permitan, con el propósito de que éstas recuperen su cobertura vegetal. La revegetación y el monitoreo ambiental que se instrumentará permanentemente en el sitio, representan actividades del Proyecto con un efecto positivo mediano, que contrarrestará, aunque en el largo plazo, el efecto adverso del cambio de uso del suelo.						

COMPONENTE AMBIENTAL:	FLORA SILVESTRE (PROCESOS)						
Indicador de impacto:	17. Especies en riesgo						
Impacto:	17. 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:	Se procurará la recuperación de semillas y plántulas de especies durante los trabajos de preparación y construcción, con el propósito de enriquecer la producción de planta en vivero y utilizar tales ejemplares en las tareas de revegetación previstas en el Programa de Restauración Ambiental considerado por la empresa.						
Indicador de impacto:	18. Especies de interés comercial						
Impacto:	18. Reducción de la cobertura forestal de especies de interés comercial						
Actividades que generan el impacto:	Desmonte						

Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:	Preparación del sitio, construcción, operación						
Caracterización del efecto global:	Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control
	Negativo	Local	Corto plazo	Simple	Temporal	Baja	Mediana Impactos positivos
Evaluación:	El desmonte de las áreas de ocupación del Proyecto, significará la pérdida de superficie forestal con comunidades vegetales integradas por varias especies (ver capítulo IV). El impacto se valora como local, con expresión en el corto plazo y significancia moderada, ya que el retiro de vegetación se limitará a una superficie de 72.5619 hectáreas. Asimismo, se considera temporal, en la medida en que el Proyecto incluye actividades de revegetación que generarán un efecto positivo en el componente, permitiendo, en el largo plazo, recuperar la cobertura forestal en las áreas afectadas.						

COMPONENTE AMBIENTAL:	FAUNA SILVESTRE (CANTIDAD)						
Indicador de impacto:	19. Abundancia						
Impacto:	19. Disminución de la abundancia de las poblaciones de fauna silvestre en el sitio						
Actividades que generan el impacto:	Desmonte, depósito de jales, operación de maquinaria, transporte de personal e insumos.						
Etapas del Proyecto en que se genera el impacto:	Preparación del sitio, construcción, operación						
Caracterización del efecto global:	Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control
	Negativo	Local	Corto plazo	Simple	Temporal	Baja	Previsible Impactos positivos
Evaluación:	En general, todas las actividades del Proyecto que involucran la ocupación del terreno, la generación de ruido y el movimiento frecuente de vehículos y maquinaria, generan un efecto negativo en la presencia de fauna silvestre, que se considera equivalente a la disminución de la abundancia de las poblaciones actualmente presentes en el sitio. Ello no significa, sin embargo, que el desarrollo del Proyecto ponga en riesgo la integridad de las poblaciones en el contexto regional, ya que la superficie que conservará su cobertura vegetal, aportará a los individuos que serán desplazados de las áreas de ocupación del Proyecto, condiciones para su desarrollo similares a las que actualmente tienen. El efecto, valorado como local, temporal y moderado en magnitud, es asimismo previsible, mediante técnicas de rescate y ahuyentamiento que permitan el desplazamiento seguro de los individuos hacia áreas que no serán perturbadas. Para este indicador, el rescate de fauna previsto por el Proyecto tendrá un impacto positivo de magnitud alta, lo mismo que la revegetación que se realizará 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:	20. Diversidad						
Impacto:	20. 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:	Carácter	Extensión	Momento	Acumulación	Persistencia	Significancia	Posibilidad de control
	Positivo	Local	Corto plazo	Simple	Permanente	Alta	No aplica

Evaluación:	Las actividades de rescate, acompañadas de estrictas medidas de capacitación a los trabajadores de la mina respecto de la conservación de la fauna, el desarrollo de un programa permanente de monitoreo ambiental y la revegetación prevista en la etapa de cierre del Proyecto, generarán un impacto positivo en la conservación de la diversidad de especies actualmente presente en el sitio.

COMPONENTE AMBIENTAL:	FAUNA SILVESTRE (PROCESOS)						
Indicador de impacto:	21. Especies en riesgo						
Impacto:	21. 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:	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, 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 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.						
Indicador de impacto:	22. Hábitat y corredores biológicos						
Impacto:	22. Pérdida de hábitat y corredores biológicos						
Actividades que generan el impacto:	Desmonte, apertura y mantenimiento de caminos, depósito de jales.						
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
Evaluación:	El desmonte, apertura y mantenimiento de caminos, así como la construcción de la presa de jales, constituyen actividades asociadas con la pérdida de hábitat y la fragmentación de corredores biológicos. En el caso particular, tal efecto será puntual, temporal y moderado, toda vez que el polígono del Proyecto se integra a las áreas ocupadas por Bi Metals, 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. Además, el cambio de uso del suelo se limitará a las áreas de ocupación del Proyecto y no se prevé la fragmentación de las áreas del polígono que, de acuerdo con el estudio de fauna realizado, revisten mayor importancia para la conservación y flujo de la fauna silvestre. 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, implican un impacto positivo de mitigación del efecto adverso.						

COMPONENTE AMBIENTAL:	PAISAJE (CALIDAD/INTERACCIÓN CON EL MEDIO)
Indicador de impacto:	23. Calidad y armonía visual
Impacto:	23. Deterioro de la calidad y armonía visual del paisaje
Actividades que generan el impacto:	Desmonte, mantenimiento de caminos, depositación de jales, 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
Evaluación:	Gran parte de las actividades del Proyecto tienen 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 producto del depósito de jales y apertura de los caminos nuevos. También es un factor de influencia la reducción de la cobertura vegetal, que se manifestarán en el corto plazo como un deterioro de la armonía y calidad visual. La persistencia del efecto se valora como temporal. Sin embargo, es de considerar que las obras del Proyecto tienen un carácter permanente. La significancia moderada del impacto se relaciona fundamentalmente con la ubicación del Proyecto adyacente a la zona de operación actual de Bi Metals, esto le confiere poca exposición visual, integrándose así al "paisaje" industrial. 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:	24. Salud pública						
Impacto:	24. 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 y gases.						
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, la localización puntual de los efectos, así como de 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 asentamiento humanos de mayor proximidad.						
Indicador de impacto:	25. Calidad de vida						
Impacto:	25. Deterioro de la calidad de vida de los habitantes de las comunidades próximas						
Actividades que generan el impacto:	Desmonte, 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:	La calidad de vida de los habitantes de las comunidades con mayor proximidad al Proyecto podría verse potencialmente afectada por las actividades mineras 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, así como de 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:	26. Generación de empleos						
Impacto:	26. 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 operativo actualmente no se verá modificada. Aunque la contratación de personal –para las etapas de preparación de sitio y contrucción- es de carácter temporal. Se considera que esta contratación representa un impacto positivo en la economía regional, en razón de que es un objetivo de la empresa el favorecer la contratación y capacitación de personal procedente de la región.						
Indicador de impacto:	27. Productividad						
Impacto:	27. Incremento de la productividad local y regional						
Actividades que generan el impacto:	Desmantelamiento y retiro de instalaciones, revegetación, contratación de personal						
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 del Proyecto a la productividad estatal y nacional, por lo que toca a la colocación en el mercado de minerales metálicos; 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.						

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 157 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 27 impactos globales, de los cuales 17 son negativos, seis positivos y cuatro compatibles.
- Del total de impactos negativos, el más significativo por su persistencia, es la alteración de la topografía natural del terreno. Dicho impacto, es el único del conjunto que podría considerarse como residual.
- 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 ambiental 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, 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 Bi Metals S. de R.L. de C.V. ha incorporado en el Proyecto Presa de Jales 2 Segunda Etapa, 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 también, que las acciones de gestión ambiental consideradas, se integrarán a los planes/programas de manejo y mitigación ambiental que en estos momentos se aplican en el proyecto ya operativo de Planta de Flotación y Presa de Jales.

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 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

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 del desarrollo.

El presente capítulo tiene como objetivo el indicar que 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 planes (programas) de mitigación ambiental -ya operativos- considerados como parte del trabajo que Bi Metals lleva a cabo actualmente o considera aplicar a futuro, durante la etapa de cierre (clausura) de sus actividades.

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

FACTOR AMBIENTAL:	**TODOS**
IMPACTO AMBIENTAL:	**TODOS**

MEDIDAS GENERALES

1. Desde las etapas iniciales de ejecución del Proyecto y hasta su conclusión, se asignará un responsable que llevará a cabo un Plan de Supervisión y Vigilancia, el cual permitirá detectar cualquier aspecto crítico desde el punto de vista ambiental, de modo que sea atendido oportunamente para evitar actividades nocivas al ambiente, asegurando el correcto desarrollo de las obras y actividades, así como la oportuna implementación de las medidas de prevención, control y mitigación de impactos ambientales establecidas.
2. Se colocará una adecuada señalización preventiva en el sitio del Proyecto, restrictiva o informativa, que hará referencia a los trabajos que se realicen en la zona, con el objeto de evitar accidentes al personal o habitantes locales.
3. Desde las etapas iniciales a la ejecución del Proyecto se diseñará e implementará un Programa de Manejo Ambiental orientado al monitoreo, establecimiento, medición y verificación de los principales parámetros ambientales del área, de manera que se genere información relevante sobre la estructura y funcionamiento ecosistémico, así como el cumplimiento y desempeño ambiental de la empresa en cuanto a la preservación de la calidad del aire, agua y suelo; estado de las comunidades bióticas del sitio y otros rubros de interés.

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE

Impacto a prevenir:	**Incremento en la concentración de partículas suspendidas.**
Actividades generadoras:	) Desmonte) Despalme) Apertura de camino) Operación de maquinaria) Tránsito vehicular
Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:	) Preparación del sitio) Construcción) Operación) Cierre

Medidas que se aplicarán

1. 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.
2. El desmonte se realizará de manera programada, con el propósito de evitar dejar áreas del terreno expuestas de forma innecesaria.
3. La capa de suelo fértil de las áreas de ocupación del Proyecto, se recuperará y almacenará en el sitio destinado (almacén de suelo).
4. En las áreas adyacentes en torno al sitio de Proyecto–siempre que sea posible- se mantendrá la vegetación natural, de manera que se cuente con cortinas vegetales que amortigüen la dispersión de partículas.
5. 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.
6. Las áreas del Proyecto se integrarán al Programa de Vigilancia y Supervisión Ambiental que Bi Metals contempla al cierre de sus actividades, programa donde se 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 con ello la concentración de partículas suspendidas totales en el aire, así como a detectar y aplicar oportunamente cualquier acción correctiva que sea necesaria.

Impacto a prevenir:	**Incremento en la emisión de gases (contaminantes y/o peligrosos).**
Actividades generadoras:	) Apertura de camino) Depósito de jales) Operación de maquinaria) Tránsito vehicular
Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:	) Preparación del sitio,) Construcción) Operación) Cierre

Medidas que se aplicarán

1. 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.
2. El Proyecto se integrará al programa permanente de monitoreo y supervisión ambiental de Bi Metals.

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 a detectar y aplicar oportunamente cualquier acción correctiva que sea necesaria.

Impacto a prevenir:	**Incremento en los niveles de ruido del sitio.**
Actividades generadoras:	) Desmonte) Despalme) Apertura de camino) Depósito de jales) Operación de maquinaria) Bombeo de agua
Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:	) Preparación del sitio) Construcción) Operación

Medidas que se aplicarán

1. En torno a las instalaciones del Proyecto, se mantendrá –en la medida de lo posible- la vegetación natural, de manera que actúe como cortina que amortigüe la dispersión de las emisiones sonoras.
2. 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.
3. 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.
4. Se integrará el Proyecto a las actividades del programa de monitoreo y supervisión ambiental de Bi Metals, mismo que considerará -entre otros rubros- el monitoreo de intensidad 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 a prevenir:	Generación de inestabilidad geofísica del terreno.
Actividades generadoras:	) Despalme) Trabajos de conformación del terreno) Apertura y Mantenimiento de caminos) Depósito de jales
Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:	) Preparación del sitio) Construcción) Cierre

Medidas que se aplicarán

1. La conformación de los caminos (apertura y mantenimiento) seguirá estando sujeta a criterios internos de diseño estructural que garanticen su estabilidad física.
2. Para prevenir la ocurrencia de colapsos o desplomes de la presa de jales, su conformación se sujetará a criterios de diseño estructural que garanticen su estabilidad física, además estas obras serán permanentemente monitoreadas.
3. Al cierre de actividades, en las áreas donde sea posible, se realizará la rectificación o corrección de taludes en perfiles estables. Posteriormente se repondrá la mayor cantidad posible de suelo orgánico en la medida de su disponibilidad y de las pendientes finales, y se efectuará su revegetación.
4. En torno a las áreas de ocupación del Proyecto, principalmente en la presa de jales, se construirán obras de control de escurrimientos que prevengan que el efecto erosivo del agua favorezca condiciones de inestabilidad del terreno.
5. 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, 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 y el desgajamiento de laderas por efecto de precipitaciones intensas en áreas expuestas del terreno, manteniendo con ellos condiciones de seguridad para las personas y protección a la vegetación y fauna.

Impacto a prevenir:	Alteración de la topografía natural del sitio.
Actividades generadoras:	) Remoción del suelo) Trabajos de compactación y conformación del terreno) Depósito de jales
Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:	) Construcción) Operación) Cierre

Medidas que se aplicarán

1. El retiro vegetación se realizará estrictamente en las áreas indispensables para el óptimo desarrollo del Proyecto; se evitará afectar las superficies que no sean necesarias.
2. Durante la construcción y rehabilitación de caminos se procurará realizar los menores cortes posibles del terreno.
3. La conformación de las obras que integran el Proyecto se ajustarán 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.
4. En la etapa de cierre del Proyecto se desarrollará un programa de restauración ambiental que incluye la reconformación 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 a prevenir:	Pérdida de las propiedades físicas de suelo.
Actividades generadoras:	Desmonte Trabajos de conformación del terreno Trabajos de compactación y conformación del terreno
Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:	Preparación del sitio Construcción Operación Cierre

Medidas que se aplicarán

1. Durante la etapa de preparación del sitio, se realizará la recuperación de suelo fértil en las áreas desmontadas en las que la conformación del terreno lo permita. En el caso de los caminos, se planea conformar bermas laterales con este suelo.
2. Durante la etapa de preparación del sitio, el desmonte se realizará de manera programada, con el propósito de evitar dejar áreas del terreno expuestas de forma innecesaria y permitir que los sitios que no sean intervenidos, conserven su capacidad de retención e infiltración de agua.
3. Únicamente se retirará la vegetación en la superficie que sea necesaria para el desarrollo óptimo y seguro del Proyecto.
4. El suelo recuperado se mezclará con los productos triturados del desmonte, con el propósito de favorecer su enriquecimiento con materia orgánica y se depositará en el sitio de almacén de suelo fértil, donde será almacenado y conservado para su uso en los trabajos finales de restauración ambiental.
5. En torno a las instalaciones -siempre que sea posible- se mantendrá la vegetación natural; ello favorecerá la retención del suelo en las áreas del polígono que no serán intervenidas y se conservará su función como agente de retención e infiltración del agua.
6. Con el propósito de prevenir la pérdida de suelo en las áreas adyacentes al Proyecto, como consecuencia del efecto erosivo de las precipitaciones, en la etapa de construcción se construirán obras de control de escurrimientos y sedimentos, reduciendo también la velocidad del flujo favoreciendo con ello la posibilidad de infiltración del agua.
7. Al concluir las operaciones 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 a prevenir:	Pérdida de las propiedades químicas por contaminación del suelo.
Actividades generadoras:	Tránsito vehicular y uso de maquinaria. Trabajos de conformación del terreno. Uso de combustibles (vehículos y maquinaria) Depósito de Jales (potencial de fugas).
Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:	Preparación del sitio Construcción Operación

Medidas que se aplicarán

1. Durante las actividades de desmonte no se emplearán herbicidas ni productos químicos que pudieran favorecer la incorporación de elementos tóxicos al suelo.
2. No se realizará ningún tipo de trabajo de mantenimiento de vehículos fuera de los talleres de mantenimiento.
3. La presa de jales será construida y operada tomando en cuenta todas las disposiciones que marca la NOM-141-SEMARNAT-2003, siguiendo altos estándares de y parámetros de ingeniería para este tipo de obras.
4. 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 sujetarán a los Planes de Manejo de Residuos de Bi Metals
    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 en el depósito especialmente diseñado para ese efecto, previamente a su envío al sitio de disposición final, mediante la

contratación del servicio de una empresa especializada que cuente con la autorización correspondiente de la autoridad ambiental.

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.

Efectos esperados

La aplicación de las medidas propuestas prevendrá la ocurrencia de eventos de contaminación del suelo.

Impacto a prevenir:	Cambio de uso del suelo.
Actividades generadoras:	) Desmonte) Despalme
Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:	) Preparación del sitio) Construcción) Operación) Cierre

Medidas que se aplicarán

1. El cambio de uso del suelo se realizará exclusivamente en las áreas del terreno estrictamente necesarias para el óptimo desarrollo del Proyecto; para llevar a cabo este cambio de uso de suelo se debe contar con la autorización correspondiente. Cabe destacar que las áreas propuestas para el Proyecto se encuentran adyacentes al polígono autorizado para las operaciones d Bi Metals, área cuyo uso actual de suelo autorizado es el minero.
2. En la etapa de cierre, se implementará un programa de restauración ambiental en las áreas afectadas por el desarrollo del Proyecto, con el objetivo de restituir al sitio condiciones ambientales que propicien la recuperación de la vegetación, su funcionalidad ecológica y la potencialidad de usos productivos alternativos.

Efectos esperados

La aplicación de las medidas propuestas mitigará los efectos ambientales adversos resultantes del cambio de uso del suelo, a la vez que compensará, en el largo plazo, el cambio de uso del suelo de las áreas de ocupación del Proyecto.

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA SUPERFICIAL

Impacto a prevenir:	Contaminación del agua superficial
Actividades generadoras:	) Despalme) Trabajos de conformación del terreno) Depósito de jales
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 de preparación del sitio el retiro de la vegetación se realizará de forma programada, progresiva y direccionalmente; ello permitirá evitar la exposición innecesaria del terreno y prevenir la erosión hídrica y eólica de las áreas.
3. La recuperación, almacenamiento y conservación del suelo fértil procedente de las áreas de ocupación del Proyecto, reducirá la disponibilidad de material que pueda ser arrastrado al lecho de los escurrimientos por el efecto de las precipitaciones.
4. En la etapa constructiva, las labores de mantenimiento y limpieza de maquinaria y equipo se realizará en los talleres, mismos que cuentan con una cubierta impermeable para contener cualquier derrame de combustible o aceite.
5. La presa de jales será construida y operada tomando en cuenta todas las disposiciones que marca la NOM-141-SEMARNAT-200, siguiendo altos estándares de y parámetros de ingeniería para este tipo de obras.
6. Como medida de seguridad estructural y operativa, así como de prevención de la erosión hídrica del terreno, se construirán obras de control de escorrentías y sedimentos en torno a las áreas de ocupación del Proyecto.
7. La implementación del programa de monitoreo ambiental permitirá detectar oportunamente la eficiencia de las obras de control de escurrimientos, así como las necesidades de emplazamiento de estructuras adicionales para retención de sedimentos en escurrimientos principales.
8. El programa de restauración ambiental que se implementará en la etapa de cierre de la mina, evitará que permanezcan áreas del terreno expuestas que se constituyan en zonas de erosión y el 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 a prevenir:	Disminución de la disponibilidad del agua superficial
Actividades generadoras:	) Trabajos de conformación del terreno) Apertura de caminos y conformación de la presa de jales) Obras de control de escorrentía

Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:	) Preparación de sitio) Construcción) Operación) Mantenimiento

Medidas que se aplicarán

1. Se evitará la obstrucción de drenajes naturales, impidiendo la afectación de las corrientes superficiales intermitentes que tienen lugar durante la época de lluvias.
2. Se construirán los desvíos y canales necesarios para derivar los escurrimientos hacia un cauce principal. |

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.

Impacto a prevenir:	Variación del flujo de agua superficial.
Actividades generadoras:	) Desmonte) Trabajos de conformación del terreno) Depósito jales) Apertura de camino) 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. En la etapa de preparación del sitio, el retiro de la vegetación se realizará de forma programada, progresiva y direccionalmente; ello permitirá evitar la exposición innecesaria del terreno y su efecto en el incremento de la velocidad y cantidad de flujo de los escurrimientos en la temporada de precipitaciones.
2. 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.
3. La implementación temprana del programa de monitoreo ambiental, permitirá detectar oportunamente las áreas del terreno donde sean requeridas obras adicionales de control de escurrimientos.
4. 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 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 a prevenir:	Contaminación del agua subterránea.
Actividades generadoras:	) Desmonte) Operación de maquinaria) Depósito de jales (potencial de infiltración de componentes)
Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:	) Preparación del sitio) Construcción) Operación

Medidas que se aplicarán

1. Durante las actividades de desmonte no se emplearán herbicidas ni productos químicos que pudieran generar contaminación del agua subterránea.
2. No se realizará ningún tipo de trabajo de mantenimiento de maquinaria o vehículos fuera del área de taller.
3. La presa de jales será construida y operada tomando en cuenta todas las disposiciones que marca la NOM-141-SEMARNAT-2003, siguiendo altos estándares de y parámetros de ingeniería para este tipo de obras.
4. Desde el inicio del Proyecto, el manejo y disposición de los distintos tipos de residuos que serán generados por las actividades, se sujetarán al plan interno de control y manejo de Bi Metals, así como las planes de manejo particulares que establece la normatividad en materia de residuos peligrosos.
    a. Los residuos peligrosos como estopas, aceites gastados y similares, se separarán y almacenarán temporalmente en el depósito especialmente diseñado para ese efecto, previamente a su envío al sitio de disposición final, mediante la contratación del servicio de una empresa especializada que cuente con la autorización correspondiente de la autoridad ambiental.
    b. 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.

5. 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 Bi Metals que incluye, entre otros rubros, el monitoreo de la calidad del agua subterránea mediante pozos de monitoreo.

Efectos esperados

La aplicación de las medidas propuestas deberá prevenir todo riesgo de contaminación del agua subterránea.

Impacto a prevenir: Disminución de la capacidad de recarga del agua subterránea.

Actividades generadoras:
- Desmonte
- Despalme
- Trabajos de conformación del terreno

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

Medidas que se aplicarán

1. El retiro de vegetación se realizará estrictamente en las áreas indispensables para el óptimo desarrollo del Proyecto; se evitará afectar las superficies del polígono que conservarán su vegetación natural, de manera que éstas conserven su función como zonas de retención y recarga de agua.
2. La construcción de obras de control de escurrimientos evitará la erosión de las áreas que conservarán su vegetación natural, permitiendo con ello que éstas mantengan su función en la retención y recarga del agua subterránea.
3. 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 propuesta mitigará los efectos del Proyecto en la disminución de la capacidad de recarga del agua subterránea.

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA

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

Actividades generadoras:
- Rescate y reubicación de vegetación
- Forestación y reforestación

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

Medidas que se aplicarán

1. Previamente al desmonte y despalme, se desarrollarán actividades de rescate de los elementos vegetales que -en razón de su talla y condición- tengan probabilidades reales de sobrevivencia. En el caso de no ser posible el movimiento de los ejemplares, se favorecerá la colecta de germoplasma (semillas y esquejes) que será utilizado en actividades de producción de plantas en vivero.
2. Se aplicarán acciones de revegetación y monitoreo ambiental, que garanticen la conservación de la diversidad específica de la flora silvestre presente actualmente en el sitio.
3. La revegetación de las áreas afectadas por el desarrollo del Proyecto, se realizará con especies nativas de la zona y presentes en las asociaciones vegetales actualmente presentes en el sitio.

Efectos esperados

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

Impacto a prevenir: Disminución de la cobertura vegetal.

Actividades generadoras:
- Desmonte.

Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:
- Preparación del sitio
- Construcción

Medidas que se aplicarán

1. Se continuarán los trabajos en vivero para producir material vegetal que será empleado en labores de forestación y restauración.
2. En la etapa de preparación del sitio, el retiro de la vegetación se realizará exclusivamente en las áreas requeridas para el desarrollo del Proyecto.
3. En la etapa de cierre, se desarrollarán en la zona las acciones contempladas en el Programa de restauración ambiental establecido por el Proyecto, estrictamente monitoreado, que permitirá recuperar, en el largo plazo, la cobertura vegetal de una proporción importante de las áreas afectadas por la ejecución del Proyecto.

Efectos esperados

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

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

Actividades generadoras:
- Rescate y reubicación de vegetación
- Forestación y reforestación

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

Medidas que se aplicarán

1. En la etapa de preparación del sitio y durante el avance gradual de las obras, el retiro de la vegetación se realizará exclusivamente en las áreas requeridas para el desarrollo del Proyecto.
2. Se continuarán los trabajos en vivero para producir material vegetal empleado en labores de forestación y restauración.
3. Se procurará la recuperación de semillas y plántulas de las especies presentes en el área de Proyecto, con el propósito de enriquecer la producción de planta en vivero y utilizar tales ejemplares en las tareas de revegetación previstas en el programa de restauración ambiental del Proyecto.

Efectos esperados

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

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA

Impacto a prevenir:	Disminución de la abundancia de fauna silvestre del sitio.
Actividades generadoras:	) Desmonte) Trabajos de conformación del terreno) Depósito de jales) Apertura de camino
Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:	) Preparación del sitio) Construcción) Operación) Cierre

Medidas que se aplicarán

1. El retiro de la vegetación se realizará exclusivamente en las áreas requeridas para el desarrollo del Proyecto.
2. Previamente al retiro de la vegetación, se desarrollarán actividades de rescate de fauna silvestre en toda la superficie de ocupación del Proyecto. El rescate se enfocará en ejemplares de vertebrados terrestres del grupo de los reptiles y mamíferos, a través de técnicas de ahuyentamiento que favorezcan el desplazamiento autónomo de los ejemplares; únicamente en ejemplares de lento desplazamiento se emplearán métodos de captura. En el caso de las aves, se procurará la recuperación de nidos y su traslocación hacia las áreas adyacentes de vegetación que no serán perturbadas.
3. El retiro de vegetación se realizará de forma programada, gradual y direccional, con el propósito de permitir el desplazamiento autónomo de los animales hacia las zonas colindantes que conservarán su vegetación original.
4. Los trabajadores de la mina recibirán capacitación respecto de la importancia de la conservación de la fauna silvestre; se prohibirá la caza o captura de ejemplares de cualquier especie y se les informará sobre las acciones requeridas para evitar el daño o muerte imprudencial de ejemplares por el manejo de maquinaria.
5. La revegetación de las áreas afectadas por el desarrollo del Proyecto que se realizará en la etapa de cierre, promoverá a largo plazo la existencia de condiciones favorables para el repoblamiento natural de fauna silvestre.

Efectos esperados

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

Impacto a lograr:	Conservación de especies faunísticas en riesgo.
Actividades generadoras:	) Rescate y reubicación de fauna) Forestación y reforestación
Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:	) Preparación del sitio) Construcción y Operación) Cierre

Medidas que se aplicarán

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

1. El retiro de la vegetación se realizará exclusivamente en las áreas requeridas para el desarrollo del Proyecto; fuera de los límites del polígono de Proyecto, se buscarán áreas sin afectación que alberguen el mismo tipo de vegetación forestal, esto constituye un área favorable de establecimiento y sobrevivencia para los ejemplares de fauna que se verán desplazados de las áreas de ocupación del Proyecto.
2. Previamente al retiro de la vegetación, se desarrollarán actividades de rescate de fauna silvestre en toda la superficie de ocupación del Proyecto. El rescate se enfocará en ejemplares de vertebrados terrestres del grupo de los reptiles y mamíferos, a través de técnicas de ahuyentamiento que favorezcan el desplazamiento autónomo de los ejemplares. Únicamente en ejemplares de lento desplazamiento se emplearán métodos de captura.

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

3. El retiro de vegetación se realizará de forma programada, gradual y direccional, con el propósito de permitir el desplazamiento autónomo de los animales hacia las zonas colindantes que no conservarán su vegetación original.
4. Los trabajadores de la mina recibirán capacitación respecto de la importancia de la conservación de la fauna silvestre; se prohibirá la caza o captura de ejemplares de cualquier especie y se les informará sobre las acciones requeridas para evitar el daño o muerte imprudencial de ejemplares por el manejo de maquinaria.
5. La revegetación de las áreas afectadas por el desarrollo del Proyecto que se realizará en la etapa de cierre, promoverá a largo plazo la existencia de condiciones favorables para el repoblamiento natural de fauna silvestre.

Efectos esperados

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

COMPONENTE AMBIENTAL: PAISAJE	
Impacto a lograr:	Deterioro de la calidad visual del paisaje.
Actividades generadoras:	) Desmonte) Despalme) Trabajos de conformación del terreno) Depósito de jales
Etapas del Proyecto en que se aplicarán las medidas:	) Preparación del sitio) Construcción) Cierre

Medidas que se aplicarán

1. El retiro de la vegetación se realizará estrictamente en las áreas indispensables, con el fin de evitar afectar las superficies que no sean necesarias.
2. La apertura del camino y conformación de la presa de jales se ajustarán rigurosamente a la superficie del polígono autorizado a cada área; para asegurar que así ocurra, previamente al inicio de los trabajos de explotación se realizará el deslinde de cada superficie.
3. Conforme se avance en el plan de trabajo, se iniciarán las labores de restauración en las áreas que queden inactivas.
4. En los puntos donde sea posible, se realizará la rectificación o corrección de taludes en perfiles estables. Posteriormente se repondrá la mayor cantidad posible de suelo orgánico en la medida de su disponibilidad y de las pendientes finales, y se efectuará su revegetación.
5. 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.2 IMPACTOS RESIDUALES

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

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 Presa de Jales 2 Segunda Etapa, 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; y
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 uno de los impactos proyectados a partir de las actividades del Proyecto se puede suponer como residual:

1. Modificación del relieve.

VI.2.1 MODIFICACIÓN DEL RELIEVE

La alteración de la topografía natural del terreno será consecuencia de la conformación gradual de la Presa de Jales.

No se incluyen en la valoración de este impacto los posibles cortes del terreno para la apertura del nuevo camino toda vez que, por tratarse de cortes pequeños y muy localizados, su relevancia es mínima en términos de magnitud y alcance espacial, comparativamente con los efectos derivados del depósito de jales mencionado previamente.

La conformación de la presa de jales posee un nivel de incidencia o perturbación en el relieve calificado –en términos generales- como moderado, ya que la modificación del perfil topográfico de los sitios particulares de localización será total como consecuencia del depósito de los jales. Claro que también es importante para esta valoración indicar que esta modificación topográfica se dará como una continuación a una actividad idéntica en un área adyacente, es decir, esta nueva alteración al perfil topográfico se unirá a una alteración previa –y autorizada en su momento- con características estructurales idénticas a las proyectadas.

Los efectos sobre el perfil topográfico son de carácter inevitable; considerados como permanentes y con una extensión puntal.

Respecto de la reversibilidad del impacto, el impacto sobre el relieve tendrá una valoración como parcial ya que la geometría final impondría una topografía diferente a la original en el sitio de establecimiento pero similar o idéntica a la que presentan áreas de ocupación de adyacentes (presa de jales ya existente).

Aunado a lo anterior, la reforestación considerada dentro de las actividades de restauración ambiental, contribuirá aún más a la atenuación del impacto.

De acuerdo con lo señalado, la modificación directa o primaria del relieve constituye, en el caso particular del Proyecto, el impacto más significativo debido a sus atributos de residualidad y

acumulación. No obstante, se estima pertinente tener en cuenta que existen elementos de análisis que permiten razonar este impacto en términos de su significancia y aceptabilidad ambiental:

- La alteración del relieve como consecuencia del depósito de jales, es importante fundamentalmente por tratarse de un impacto primario que induce la aparición de efectos secundarios y terciarios de mayor trascendencia ambiental, tales como la generación de condiciones de inestabilidad del terreno; modificación del drenaje y alteración del coeficiente escurrimiento y, promoción de erosión y sedimentación de cauces.
- Los impactos inducidos por la modificación del relieve fueron analizados independientemente y sus valoraciones indican que, son poco significativos y poseen magnitudes mayoritariamente compatibles:
  - Promoción de la inestabilidad geofísica del terreno: pocos significativos y de magnitud compatible.
  - Alteración de los patrones de drenaje: moderadamente significativos y de magnitud moderada.
  - Promoción de la erosión: poco significativos con magnitud compatible.
- Adicionalmente, en las áreas que sufrirán mayor alteración topográfica, la reposición de suelo y la posibilidad de realizar labores de estabilización física, así como la restauración de superficie, constituyen actividades previstas por el Proyecto, que contribuirán de modo significativo a la atenuación del impacto.

VI.2.2 OTROS IMPACTOS

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

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES

La Empresa Bi Metals México S. de R.L. de C.V. mantiene operaciones de beneficio de mineral de cobre en la zona conocida como Piedras Verdes, a unos 15 km de Álamos, Sonora, cabecera municipal del municipio del mismo nombre.

A partir de las actividades de la Planta de Flotación operada por Bi Metals, y para mantener un nivel de producción viable, se ha hecho evidente la necesidad de ampliar la infraestructura operativa con que cuenta la empresa. Es por ello que se tiene planificado, la conformación de esta nueva presa de jales en 32.2928 ha; esta superficie se utilizará para albergar jales generados durante el proceso de beneficio.

En las 32.2928 ha de superficie total que abarca esta fase del proyecto, será necesario remover la vegetación en 11.1016 has..

El presente capítulo es el resultado del escenario derivado de la implantación del Proyecto 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 VII del presente estudio.

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 Presa de Jales 2 Segunda Etapa, e identificar 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 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

El escenario sin Proyecto establece la continuidad del estado basal de la zona, descrito en el capítulo IV de este Documento, 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.

Como se mencionó anteriormente, se considera que la vegetación en el sitio de estudio pertenece a una selva baja caducifolia con elementos secundarios, con un grado de perturbación de moderado a alto, sometida a procesos de degradación constante, producto de la actividad humana. Por lo anterior se consideran dos escenarios:

1. La vegetación se desarrollará de forma natural llegando a un estado maduro, donde la integridad funcional del sistema y los servicios ambientales que brinda se mantienen como hasta ahora.
2. Los procesos de degradación -producto de la actividad humana- afectan la cobertura vegetal, alterando la integridad funcional del sistema y los servicios ambientales.

VII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO

El Objetivo del Proyecto es el de implementar mejoras a la infraestructura existente con que opera Bi Metals para continuar con el proceso de beneficio y recuperación de mineral con baja solubilidad de cobre (calcopirita, bornita, covelita), los servicios y la disposición de residuos mineros –específicamente jales derivados del beneficio de mineral- necesarios para el adecuado funcionamiento de la Planta de Flotación de Bi Metals.

Bajo el escenario de las actividades que propone el Proyecto, se reconocen los siguientes impactos negativos del proyecto:

1. Deterioro de la calidad del aire.
2. Incremento en los niveles de ruido.
3. Promoción de procesos erosivos.
4. Deterioro de la calidad del suelo.
5. Deterioro de la calidad del agua superficial.
6. Deterioro de la calidad del agua subterránea.
7. Disminución de las especies de flora y fauna en riesgo.
8. Pérdida de cobertura vegetal.

La evaluación de estos impactos fue realizada a partir de la magnitud y significancia de cada uno de ellos (tomando como base la metodología descrita en el Capítulo V del presente documento), sin tomar en cuenta el control de los efectos a partir de las medidas de mitigación, en el caso de la magnitud.

A continuación se describe la evaluación mencionada:

VII.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 del desmonte y despalme así como por la operación de maquinaria y por la apertura y 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.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 (monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y bióxido de azufre) 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, sin medidas de mitigación, el impacto se considera de significancia Moderada.

VII.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 y operación, acarreo de material así como el traslado de personal; y al igual que las emisiones de polvos, 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 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.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 se deriva de los trabajos en la construcción

de la presa de jales. Lo anterior le confiere una significancia Moderada sin las acciones pertinentes de prevención y mitigación.

VII.2.5 GENERACIÓN DE INESTABILIDAD GEOFÍSICA DEL TERRENO

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

VII.2.6 ALTERACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA NATURAL DEL TERRENO

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

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

El impacto en el relieve será inevitable y permanente, pero puntual en alcance, ya que el área total del Proyecto representa un porcentaje muy pequeño de la superficie total del sistema ambiental.

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

VII.2.7 PÉRDIDA Y CONTAMINACIÓN DEL SUELO

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

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

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

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

VII.2.8 DISMINUCIÓN DEL COEFICIENTE DE INFILTRACIÓN DEL TERRENO

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

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

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

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

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

Cabe también considerar que el no dar un adecuado mantenimiento mecánico de maquinaria y vehículos, se presenta el riesgo de derrames de aceites y combustibles; en el caso de la presa de jales, de no tomarse las medidas pertinentes para evitar el paso de cursos de agua por la zona, incrementan el riesgo de contaminación del agua; por lo que la ausencia de medidas de control, puede recalar en escenarios con riesgos de contaminación del agua superficial.

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

VII.2.11 MODIFICACIÓN DEL FLUJO DE AGUA SUPERFICIAL

La exposición del terreno como consecuencia del desmonte, así como su posterior ocupación con la presa de jales y demás obras que componen el Proyecto, favorecen en su conjunto condiciones que distorsionan los patrones naturales de escurrimiento superficial del sitio.

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

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

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

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

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

Las mismas actividades que ocasionan variaciones en el flujo de los escurrimientos naturales causan la alteración de los patrones naturales de las escorrentías, con la consecuencia adversa de favorecer la erosión en áreas que no se encontraban expuestas a ese proceso. El efecto se evalúa como local y de corto plazo, que sin las acciones de prevención y mitigación presenta una significancia alta.

VII.2.13 AGUA SUBTERRÁNEA/DISMINUCIÓN DE LA DISPONIBILIDAD LOCAL DE AGUA

En el caso del Proyecto, la disminución de la disponibilidad local de agua se relaciona con la reducción de los volúmenes de infiltración y recarga a consecuencia del desmonte de áreas del terreno. Tal efecto, sin embargo, es de alcance local, parcialmente reversible y con persistencia temporal; sin embargo se considera con una significancia moderada mientras persista el Proyecto y no se realicen actividades de mitigación.

VII.2.14 CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA

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

i. aporte de aceites, lubricantes y combustibles por parte de los vehículos y maquinaria utilizados y
ii. manejo y disposición incorrecta de residuos peligrosos, con especial relevancia de los jales mineros.

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

Respecto a la disponibilidad de agua, es previsible que la reducción de los volúmenes infiltración y recarga a consecuencia del desmonte de áreas del terreno. Tal efecto, sin embargo, es de

alcance local, reversible y con persistencia temporal, ya que cesará una vez que realicen actividades de reforestación y restitución de la capa de suelo.

VII.2.15 DISMINUCIÓN DE LA CAPACIDAD DE RECARGA DEL AGUA SUBTERRÁNEA

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

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

VII.2.16 DISMINUCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL

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

Aunque la dimensión del impacto no será significativa en proporción a la extensión del sistema ambiental; en ausencia de medidas de mitigación, los efectos serían de lenta recuperación, ya que la capacidad natural de absorber los impactos se verá comprometida, por lo que aún después de concluidas las obras y actividades, el ecosistema seguirá mostrando los efectos de la desforestación.

El efecto se evalúa como local, debido a que el retiro de vegetación de limitará exclusivamente a las áreas de ocupación del Proyecto con expresión desde el corto plazo, y dado que la recuperación de la superficie se puede dar al final de la operación del Proyecto, el impacto es considerado de significancia moderada.

VII.2.17 REDUCCIÓN DE LA COBERTURA FORESTAL DE ESPECIES DE INTERÉS COMERCIAL

El desmonte de las áreas de ocupación del Proyecto, significará la pérdida de superficie forestal con comunidades vegetales integradas por especies de interés local como el *Guaiacum coulteri (*Guayacán). El impacto se valora como local, con expresión en el corto plazo y significancia moderada; ya que el retiro de vegetación se limitará a una superficie reducida, misma que se ubica dentro de una zona ya impactada.

VII.2.18 DISMINUCIÓN DE LA ABUNDANCIA DE LAS POBLACIONES DE FAUNA SILVESTRE EN EL SITIO

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, 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.

La pérdida de hábitat ocasionada por el desmonte de las áreas de ocupación del Proyecto generará el desplazamiento de la fauna hacia zonas menos perturbadas del área de estudio; ello significará una disminución de la abundancia de las poblaciones a escala puntual, pero sólo una redistribución en escala regional.

Ello no implica que el desarrollo del Proyecto ponga en riesgo la integridad de las poblaciones en el contexto regional; cabe resaltar que el Proyecto se inserta dentro de terreno, adyacentes a áreas con desarrollo minero, por lo que las poblaciones de fauna son prácticamente inexistentes en la zona. Por lo anterior se evalúa el impacto de significancia moderada.

Respecto de la diversidad de especies se considera que el desarrollo del Proyecto sin previsiones de protección, promoverá el desplazamiento y, eventualmente, la mortalidad incidental de especies –como reptiles de lento desplazamiento- que se encuentren en las áreas de trabajo, pero no afectaría la representatividad de las especies ni la integridad de las poblaciones en el contexto regional.

VII.2.19 PÉRDIDA DE HÁBITAT Y CORREDORES BIOLÓGICOS

El desmonte, la apertura de caminos así como la construcción de la presa de jales, constituyen actividades asociadas con la pérdida de hábitat y la fragmentación de corredores biológicos. En el caso particular, tal efecto será puntual, temporal y de significancia baja toda vez que la ubicación del Proyecto dentro de un área con desarrollo minero no supone una alteración significativa a los corredores al hábitat conservado fuera del área de interés.

Gran parte de las actividades del Proyecto podrán tener incidencia en la modificación de los atributos estructurales del paisaje; especialmente por la reducción de la cobertura vegetal, que se manifestarán en el corto plazo como un deterioro de la armonía y calidad visual.

La persistencia del efecto se valora como temporal, en tanto dure la vida útil de la Planta de Flotación operada por Bi Metals. La significancia baja del impacto se relaciona fundamentalmente con la ubicación del Proyecto en una zona considerada actualmente como industrial, por lo que la integración del Proyecto no supone una mayor afectación al paisaje existente.

VII.2.21 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

El Proyecto generará más empleos de forma temporal (1 a 2 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.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

El escenario ambiental de Proyecto considerando la aplicación de las medidas recomendadas en el capítulo VII de este estudio –y de continuar con aquellas que se aplican desde las etapas iniciales de trabajo en la Planta de Flotación y Presa de Jales de Bi Metals- supone el restablecimiento paulatino de la mayoría 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 VIII.2; sin embargo, las acciones de prevención y mitigación hacen que para los siguientes impactos su significancia pase de alta a moderada:

a) Estabilidad geológica.
b) Alteración de la topografía natural del terreno.
c) Pérdida del suelo.
d) Disminución del coeficiente de infiltración del terreno.
e) Incremento en los niveles de sedimentación en escurrimientos.
f) Incremento del flujo de agua superficial.
g) Modificación del curso natural de los escurrimientos.
h) Alteración del flujo de agua subterránea.
i) Disminución de la capacidad de recarga del agua subterránea.

Mientras que 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, flora y fauna silvestre y paisaje:

j) Incremento en la concentración de partículas suspendidas en el aire.
k) Incremento en la concentración de gases contaminantes.
l) Incremento en los niveles de ruido del sitio.
m) Emisión de vibraciones.
n) Contaminación del suelo.
o) Cambio de uso del suelo.
p) Contaminación del agua subterránea.
q) Disminución de la disponibilidad local del agua subterránea.
r) Disminución de la cobertura vegetal.
s) Reducción de la cobertura forestal de especies de interés comercial.
t) Disminución de la abundancia de las poblaciones de fauna silvestre.
u) Pérdida de hábitat y corredores biológicos.
v) Deterioro de la calidad y armonía del paisaje.
w) Incremento en los riesgos a la salud pública de las comunidades próximas.
x) Deterioro de la calidad de vida de los habitantes de las comunidades próximas.

Entonces, el escenario actual presente se modificará con la implementación del Proyecto de forma puntual y significativa en algunos parámetros pero, considerando el ambiente a una escala

mayor, el grado de deterioro será compatible considerando su limitada incidencia sobre el Sistema Ambiental.

Así, el pronóstico esperado con el desarrollo del Proyecto con sus medidas de mitigación es el siguiente:

- La eliminación puntual de vegetación y suelo en el área utilizada para el desarrollo de las actividades.
- Modificación del entorno por la presencia de los caminos y presa de jales.
- Pérdida de hábitat en las áreas ocupadas directamente por las obras del Proyecto y en zonas colindantes con vegetación, con una disminución no significativa en la abundancia de las poblaciones de especies presentes en la región.
- La calidad ambiental probablemente se afectará durante las actividades de preparación, pero este efecto se dará de manera muy localizada. Se realizarán las obras que sean necesarias para que el flujo superficial intermitente se mantenga con dirección hacia sus drenes naturales.
- Se tendrá un impacto en la zona derivado de las actividades, pero será muy localizado y temporal con corta duración.
- Se aportará a la dinámica económica actual, dadas las necesidades propias de la actividad que requiere de personal e insumos.

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

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

- Toda la maquinaria y vehículos se sujetarán a un programa de supervisión operativa y mantenimiento preventivo que asegure su funcionamiento, en condiciones óptimas, para cumplir con estándares aceptados en materia de ruido y emisiones.
- Se tendrá especial cuidado en mantener la cobertura vegetal en las áreas limítrofes al sitio del Proyecto. Estas áreas funcionarán como cortinas de amortiguamiento para la dispersión de las emisiones de ruido.
- Las actividades de desmonte se circunscribirán a la superficie estrictamente necesaria para el desarrollo del Proyecto. En las áreas que requieran ser desmontadas se realizará la recuperación de la capa de suelo fértil y éste se conservará para ser utilizado en las actividades de restauración.
- Durante las actividades de desmonte no se emplearán herbicidas ni productos químicos que pudieran favorecer la incorporación de elementos tóxicos al suelo.
- Para mitigar el aporte excesivo de sedimentos a los arroyos y escorrentías, se realizará la recuperación del suelo en las áreas intervenidas. Además se construirán obras para el control de los escurrimientos, diseñadas de modo tal que prevengan la erosión.

- El manejo y disposición de los distintos tipos de residuos que serán generados por las actividades propias del Proyecto, se sujetarán al plan interno para el control y manejo, así como a las disposiciones que establece la normatividad en materia de residuos.
- Los residuos peligrosos que puedan generarse como resultado de las actividades, se almacenarán temporalmente en el depósito especialmente diseñado para ese efecto, previamente a su envío al sitio de disposición final.
- Las letrinas portátiles, que se colocarán para uso de los trabajadores durante la etapa de preparación de sitio y construcción, recibirán mantenimiento y limpieza regular por parte de la empresa prestadora de dicho servicio. No se dispondrá de aguas residuales sanitarias en el sitio.
- Previo a cualquier intervención del terreno, en las áreas de ocupación del proyecto se realizarán labores de rescate biológico, orientado a individuos vegetales, semillas y vertebrados, con especial atención a ejemplares de cualquier especie considerada en riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Antes del inicio de actividades del proyecto, se proporcionará capacitación a los trabajadores respecto a la importancia de la conservación de la flora y fauna en general, y de las especies en riesgo en particular, aportándoles información que les permita reconocerlas. En el caso de la fauna, se prohibirá la caza o captura de ejemplares de cualquier especie y se les informará sobre las acciones requeridas para evitar el daño o muerte imprudencial de ejemplares durante su manejo por reubicación.
- Durante todas las etapas del proyecto se mantendrá una supervisión permanente, a efecto de evitar la afectación de cualquier individuo de flora y fauna en riesgo.
- Se continuará con las actividades del programa de monitoreo –operativo actualmente- de Bi Metals, integrando el área y actividades del Proyecto a dicho monitoreo; este programa permite detectar oportunamente la eficiencia de las acciones de prevención y mitigación implementadas, así como las medidas correctivas o adicionales que fueran necesarias.
- En la etapa de cierre del Proyecto se contempla el desarrollo del Plan de restauración ambiental que incluirá la reposición del suelo recuperado, así como la revegetación de las áreas afectadas por las actividades y cualquier zona que pueda constituirse como foco de erosión.
- El plan de restauración ambiental, previsto al concluir la vida operativa del Proyecto, evitará que permanezcan áreas de terreno expuestas que puedan constituirse como focos de erosión y aporte de sedimentos a la red hidrológica.

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

1. Monitoreo y control de la calidad del aire.
2. Monitoreo y control de los niveles de ruido.
3. Estabilización topográfica del terreno.
4. Prevención y control de la erosión.
5. Monitoreo y control de la contaminación del suelo.
6. Prevención y control de la contaminación del agua superficial.
7. Prevención y control de la contaminación del agua subterránea.

8. Monitoreo y conservación de la biodiversidad.
9. Restauración ambiental y restitución de hábitat y paisaje.
10. Promoción de empleo.

VII.4 PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL

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

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

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

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

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

A continuación se expone el Programa de Manejo Ambiental del Proyecto Presa de Jales 2 Segunda Etapa.

VII.4.1 OBJETIVOS

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

Aportar el instrumento programático y los mecanismos de seguimiento y control que permitan asegurar que el desarrollo del proyecto y las actividades asociadas con éste, así como las medidas de prevención, mitigación, control y compensación ambiental establecidas, se ajusten satisfactoriamente a los criterios de sustentabilidad y protección ambiental señalados por la normatividad y autoridad en la materia.

De manera particular, la meta que se espera alcanzar con la adopción del programa consiste en:

Proveer los mecanismos que faciliten el cumplimiento, seguimiento y verificación de la coherencia y eficacia de las medidas de gestión ambiental del Proyecto.

Para lograr lo anterior, el **Programa de Manejo Ambiental** se constituirá como un instrumento rector de la empresa y orientará los trabajos del responsable ambiental designado al Proyecto, permitiendo:

a) Identificar oportunamente las actividades del Proyecto que deben someterse a supervisión especial, para garantizar su correcto desarrollo y la mitigación de sus efectos negativos.
b) Reconocer con antelación las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales que deben implementarse para asegurar la sustentabilidad del Proyecto, así como el momento y lugar de su ejecución.
c) Conocer los métodos, mecanismos e indicadores de seguimiento y monitoreo que deben aplicarse para verificar el cumplimiento de las medidas ambientales adoptadas y realizar la correcta evaluación y documentación de su efectividad.
d) Aplicar correctamente los métodos de registro y documentación de acciones para validar el cumplimiento de las medidas.
e) Identificar, reportar, ajustar y corregir cualquier desviación en el desarrollo del proyecto o la aplicación de las medidas ambientales.
f) Gestionar oportunamente los recursos financieros necesarios para la implementación de las medidas ambientales y asegurar su oportuna disponibilidad.

VII.4.2 ALCANCES

Espacialmente, el *Programa de Manejo Ambiental* se desarrollará en dos niveles de alcance:

- El área de influencia directa del Proyecto, referida a la superficie de 72.5619 ha, en la que se abrirán dos secciones de caminos nuevos, y se habilitará el terreno para albergar una nueva presa de jales, cuyas coordenadas de ubicación se indican en las Tablas II.1 y II.2 y Figura II.5 de este documento; y
- El área de influencia indirecta de las actividades del Proyecto, que abarca el sistema ambiental, con 12, 691.8422 ha de superficie dentro del cual podrán manifestarse algunos efectos indirectos del Proyecto y cuya localización se ilustra en la Figura IV.1 de este documento.

El alcance temporal del plan se corresponde con la vida útil del Proyecto, prevista en un horizonte de dos años, más el tiempo requerido para la restauración de las áreas afectadas.

Con el propósito de que el objetivo y metas del plan se cumplan satisfactoriamente, es necesario que el responsable ambiental del Proyecto tenga pleno y claro conocimiento de: (i) la línea base ambiental del sitio y sistema ambiental; (ii) los impactos ambientales que pueden esperarse por el desarrollo de las actividades; y (iii) las medidas de prevención, mitigación y control que deberán ser oportunamente implementadas por la empresa.

Dicha información se expone ampliamente en los Capítulos IV, V y VII de este documentodo.

Una lista indicativa de los impactos potenciales adversos del proyecto y de las medidas ambientales a implementar se sintetiza en la tabla VIII.1.

Los impactos ambientales permiten la agrupación de los impactos potenciales de acuerdo a su tipo; permitiendo así, determinar líneas estratégicas, sobre las que se dirigen las acciones de las medidas de mitigación (Tabla VIII.2).

Tabla VII.1 Impactos adversos potenciales del proyecto.

IMPACTO AMBIENTAL	ACTIVIDADES CAUSALES	ETAPA DE MANIFESTACIÓN	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
Aire			
1. Deterioro de la calidad del aire	Incremento en la concentración de partículas suspendidas y gases contaminantes por: - Desmonte. - Transporte de equipo. - Operación de maquinaria. - Apertura de camino.	Preparación del sitio Construcción Operación	Poco significativo
2. Incremento en los niveles de ruido	Incremento en los niveles de ruido por: - Depositación de jales. - Transporte de equipo. - Operación de maquinaria. - Apertura de camino.	Preparación del sitio Construcción Operación	Poco significativo
Suelo			
3. Promoción de procesos erosivos	Pérdida de suelo y exposición a la erosión por: - Desmonte.	Preparación del sitio	Moderadamente significativo
4. Deterioro de la calidad del suelo	Riesgo de aporte de contaminantes al suelo por: - Operación de maquinaria. - Generación de residuos (incluidos los jales). Riesgo de compactación del suelo por: - Uso de caminos. - Depositación de jales en la presa.	Preparación del sitio Construcción Operación	Moderadamente significativo
Agua superficial			
5. Deterioro de la calidad del agua superficial	Riesgo de aporte de contaminantes a los escurrimientos superficiales por: - Desmonte. - Depósito de jales. - Operación de maquinaria. - Generación de residuos.	Preparación del sitio Construcción Operación	Moderadamente significativo
Agua subterránea			
6. Deterioro de la calidad del agua subterránea	Riesgo de aporte de contaminantes al agua subterránea por: - Operación de maquinaria. - Generación de residuos (incluidos los jales).	Preparación del sitio Construcción Operación	Poco significativo
7. Disminución de la recarga y disponibilidad de agua subterránea	Reducción de la superficie de infiltración por: - Desmonte.	Preparación del sitio, Construcción	Poco significativo
Biodiversidad			
8. Disminución de la	Disminución de la diversidad	Preparación del sitio	Poco significativo

IMPACTO AMBIENTAL	ACTIVIDADES CAUSALES	ETAPA DE MANIFESTACIÓN	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
diversidad de flora y fauna silvestres	biológica por: - Desmonte.	Construcción Operación	
9. Disminución de la abundancia de fauna silvestre	Desplazamiento de individuos de fauna silvestre por: - Desmonte. - Transporte de equipo. - Operación de maquinaria.	Preparación del sitio Construcción Operación	Moderadamente significativo
10. Disminución de las especies de flora y fauna silvestre en riesgo	Reducción de la distribución de especies de flora y fauna silvestre en riesgo por: - Desmonte. - Transporte de equipo. - Operación de maquinaria.	Preparación del sitio Construcción Operación	Moderadamente significativo
Ecosistemas			
11. Pérdida de cobertura vegetal	- Desmonte.	Preparación del sitio Construcción Operación	Moderadamente significativo

Tabla VII.2 Catálogo de medidas ambientales por línea estratégica del proyecto.

MEDIDA	TIPO	ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN*			
		PS	C	O	A
signar un responsable ambiental del Proyecto que implemente la ejecución del Plan de Manejo mbiental y realice la supervisión y vigilancia.	Control	■			
olocar señalización preventiva, restrictiva o informativa para seguridad del personal o habitantes cales.	Prevención, Control	■			
mplementar el Programa de Monitoreo Ambiental de Bi Metals, integrando el nuevo Proyecto.	Control	■	■	■	■
plicar un programa permanente de supervisión operativa y mantenimiento preventivo a todos los uipos, vehículos y maquinaria, que asegure su funcionamiento en condiciones óptimas en materia e emisiones de ruido y gases de combustión.	Prevención, Control	■	■	■	
ecuperar el suelo fértil de las áreas de ocupación del proyecto y asegurar su conservación en un sitio ue no obstruya las escorrentías naturales y que tenga las características de contención y protección ecesarias para evitar el arrastre del suelo por efecto del aire o lluvia.	Mitigación	■			
eincorporar a las áreas que serán restauradas el suelo fértil recuperado y conservado.	Restauración				■
ealizar la aspersión de caminos en temporada de estiaje.	Prevención		■	■	
stablecer, en caso necesario, un programa de monitoreo de la calidad del aire.	Control		■	■	
segurar que las actividades de desmonte se ajusten a la superficie autorizada y sin afectar áreas necesarias para el desarrollo del proyecto.	Control	■			
onstruir obras de control de escurrimientos para canalizar la escorrentía hacia drenes naturales.	Mitigación		■		
onstruir, en caso necesario, obras de sedimentación y retención que mitiguen cualquier incremento los niveles de sedimentación de los escurrimientos y arroyos aguas abajo.	Mitigación		■		
segurar que no se realicen actividades de quema de maleza, uso de herbicidas o productos químicos ra el desmonte y deshierbe del terreno.	Prevención	■			
ocear los residuos vegetales del desmonte que no se utilicen y esparcirlos en sitios seleccionados ra facilitar su integración al suelo.	Mitigación	■			
sponer contenedores para residuos sólidos municipales y trasladarlos periódicamente al sitio de sposición final que indique la autoridad local.	Mitigación	■	■	■	
tegrar las actividades del Proyecto al plan interno de control y manejo de los distintos tipos de siduos que generen las actividades.	Control	■	■	■	■
olocar letrinas portátiles para uso de los trabajadores y asegurar su mantenimiento y limpieza gular por la empresa prestadora del servicio.	Prevención	■	■	■	
o disponer de aguas residuales sanitarias en el sitio del proyecto.	Control	■	■	■	
macenar temporalmente los residuos peligrosos que generen las actividades en tambos metálicos y ntratar una empresa autorizada pata su traslado y disposición final.	Control	■	■	■	
eviamente a la reforestación, practicar pruebas de fertilidad del suelo, capacidad de intercambio tiónico, conductividad eléctrica y salinidad. En caso necesario aplicar prácticas de mejoramiento.	Control				■
eviamente al desmonte, realizar el rescate de individuos vegetales, semillas y vertebrados terrestres,		■			

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

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

VII.4.3 ESTRATEGIA DE MANEJO AMBIENTAL

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

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

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

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

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

VII.4.3.1 PROGRAMA DE MONITOREO Y SUPERVISIÓN AMBIENTAL

PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL

Para garantizar que el cambio de uso de suelo y las actividades del Proyecto se realicen con el mayor cuidado y se prevengan o minimicen sus impactos, las actividades del Proyecto se integrarán a la supervisión que se lleva a actualmente en las instalaciones de Bi Metals en la región 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 del proyecto actual que opera Bi Metals, mismo objetivo que incluirá –de autorizarse- al **Proyecto Presa de Jales 2 Segunda Etapa**.

El programa tiene los siguientes objetivos:

a. Identificar las condiciones topográficas del área de afectación, antes del inicio de cualquier obra o actividad tendiente al desarrollo del Proyecto.
b. 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 hacia la zona de influencia del Proyecto y al 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 adverso y reconocer sus causas así como proponer las medidas y acciones correctivas 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

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

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

En caso de que durante la ejecución del Proyecto se observen desviaciones en la calidad del agua que indiquen la existencia de fuentes de contaminación atribuibles a las actividades, se identificará la fuente y se aplicarán las medidas correctivas que remedien la situación de forma expedita, de acuerdo con la naturaleza de la contaminación.

MONITOREO DE SUELO

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

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

MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE

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

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

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

MONITOREO BIOLÓGICO

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

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

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

Como parte del monitoreo se evaluará la condición de los ejemplares trasplantados, 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. En virtud de la naturaleza de los trabajos de rescate, entre los indicadores a considerar, los más relevantes son:

- Especies y número de ejemplares rescatados.
- Especies y número de ejemplares trasplantados.
- Índice de sobrevivencia de los ejemplares trasplantados por especie.
- Especies y número de plantas producidas en vivero.

Si como resultado de esta primer evaluación del monitoreo se observa que la supervivencia de los ejemplares reubicados es menor al 70 % adoptarán acciones emergentes:

- 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.

Respecto a las prácticas de reforestación con ejemplares de vivero, 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.

Si como resultado de la primera evaluación se observa que la supervivencia de los ejemplares de reforestación es menor al 80 %, se adoptarán las acciones emergentes descritas anteriormente para ejemplares de reubicación.

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 del Proyecto, 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.

PROGRAMA DE SUPERVISIÓN (VIGILANCIA) AMBIENTAL

Tanto la naturaleza regulatoria de las autorizaciones ambientales como la adopción de políticas de autorregulación y responsabilidad social y ambiental, hace necesario que las empresas responsables de la ejecución de proyectos de desarrollo cuenten con mecanismos y sistemas

eficientes, que les permitan supervisar y garantizar el debido cumplimiento de los estándares operativos y las medidas de control, prevención, mitigación y compensación ambiental que hubieran sido fijados o autoimpuestos a las actividades.

Debido al carácter preventivo de las evaluaciones de impacto ambiental, es posible que en la práctica el desarrollo de los proyectos se enfrente con situaciones ambientales que no habían sido previstas en los estudios; de ahí que los mecanismos de supervisión y control deban estar dotados de estrategias de reacción ante tales eventualidades, de manera que la empresa responsable se encuentre en capacidad de dar atención oportuna y efectiva, incorporando las acciones correctivas que sean necesarias para evitar daños ambientales.

Así, los mecanismos de supervisión y vigilancia se constituyen en instrumentos de seguimiento y control, a través de los cuales se dispone de estrategias respecto del modo de verificar el cumplimiento de las medidas ambientales establecidas para prevenir, atenuar, controlar y compensar los impactos del Proyecto, así como la manera de reaccionar y atender situaciones contingentes.

El seguimiento y control de un proyecto debe visualizarse como una tarea de auto-supervisión que verifique la correcta ejecución de las medidas de prevención y mitigación establecidas, a efecto de determinar si efectivamente el proyecto se desarrolla en concordancia con los criterios de protección ambiental que sustentan su autorización.

Como tales, los programas de vigilancia ambiental se instituyen como auxiliares de cumplimiento para las empresas y como herramientas coadyuvantes de la fiscalización de la autoridad que, al operar conjuntamente con los esquemas de monitoreo adoptados, ofrecen la posibilidad de incorporar ajustes necesarios, bien al proyecto o a las medidas ambientales.

El objetivo del Programa de Supervisión Ambiental consiste en aportar los mecanismos y las bases programáticas y metodológicas para supervisar el correcto desarrollo del Proyecto y dar seguimiento a los impactos ambientales identificados y a la aplicación de las medidas de prevención y mitigación propuestas por la empresa, de manera que se garantice que los efectos ambientales de las obras y actividades se mantengan sin desviaciones que rebasen los niveles aceptables por la normatividad ambiental.

Las acciones de seguimiento y vigilancia que integran al programa permitirán a la empresa:

- Comprobar la correcta aplicación de las medidas ambientales propuestas para el Proyecto y la ejecución de las acciones particulares que pueda condicionar la autoridad ambiental.
- Verificar las predicciones de impactos ambientales y detectar la ocurrencia de situaciones ambientales contingentes.
- Contar con información veraz respecto de la calidad, oportunidad y efectividad de las medidas ambientales establecidas para el Proyecto.
- Disponer de un mecanismo interno de acción y gestión ante eventualidades ambientales imprevistas.
- Articular la adopción de nuevas medidas ambientales, en caso de insuficiencia de las que han sido aplicadas.

- Obtener información periódica para informar a la autoridad ambiental sobre el desempeño ambiental del proyecto.
- Asegurar que el desarrollo del Proyecto se ajuste a los estándares ambientales que establece la normatividad ambiental y las regulaciones particulares establecidas por las normas oficiales mexicanas en materia ambiental.

Se espera que a través del debido cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación, control y compensación de impactos ambientales, el desarrollo del Proyecto se enmarque satisfactoriamente dentro de los límites establecidos por la normas oficiales mexicanas de protección ambiental que le son aplicables y en apego a los criterios establecidos en la legislación ambiental.

El Programa de Supervisión Ambiental se estructura en cuatro ejes principales:

a) Comprobación de la aplicación de las medidas ambientales establecidas para el Proyecto en todas las etapas de ejecución (Seguimiento y Control).
b) Seguimiento y control de impactos ambientales en todas las etapas de ejecución del Proyecto.
c) Verificación regular del estado del medio ambiente.
d) Constatación del cumplimiento de los estándares que establece la normatividad ambiental.

La atención de cada eje se realizará simultáneamente, para lo cual el responsable ambiental del Proyecto programará visitas y estancias regulares en el sitio del Proyecto, conjuntamente con su grupo técnico de apoyo, a efecto de realizar las supervisiones respectivas.

En el caso de la verificación del estado del medio ambiente, el responsable ambiental trabajará coordinadamente con los especialistas encargados de realizar los estudios específicos que integran el *Programa de Monitoreo*.

Durante las supervisiones se levantarán bitácoras de campo en las que se recabará la información necesaria para documentar los resultados correspondientes.

COMPROBACIÓN DE LA APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES Y CONDICIONANTES

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

SEGUIMIENTO Y CONTROL DE IMPACTOS AMBIENTALES

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

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

a) Si se observa manifestación alguna del efecto.
b) Momento de ocurrencia o manifestación.

c) Localización o extensión del efecto.
d) Duración o persistencia.
e) Causas probables o actividades que dieron origen a la manifestación del impacto.
f) Existencia de fenómenos naturales o causas externas al proyecto para la ocurrencia del impacto.

Las bitácoras se acompañarán con registro fotográfico de las manifestaciones de los impactos y de las condiciones en que se encuentra el factor ambiental afectado al momento de la supervisión.

VERIFICACIÓN REGULAR DEL ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE

El seguimiento de la calidad ambiental se realizará a través del *Programa de Monitoreo*.

Los resultados de la evaluación de los parámetros ambientales que serán analizados en cada subprograma de monitoreo y su comparación con los valores normados, cuando existan, constituirán los indicadores de calidad ambiental que se emplearán en el seguimiento.

CUMPLIMIENTO DE LOS ESTÁNDARES QUE ESTABLECE LA NORMATIVIDAD AMBIENTAL.

A través de las labores de supervisión y seguimiento, se deberá garantizar que el desarrollo del Proyecto y de las diferentes actividades que se realizarán -como parte de los programas ambientales, de las medidas de prevención, mitigación y control, y de las condicionantes establecidas por la autoridad- cumplan con las especificaciones y límites establecidos por las normas mexicanas que les son aplicables, así como aquéllas que sin ser vinculantes hayan sido establecidas como normas de referencia.

La implementación del Programa de Supervisión Ambiental deberá documentarse extensamente en todas las etapas de ejecución del proyecto.

En caso de presentarse incidencias ambientales, desviaciones de los estándares de calidad ambiental esperados o situaciones contingentes, el responsable ambiental preparará un informe que describa la situación para ser informada a la dirección de la empresa, de modo que se determinen las medidas correctivas extraordinarias que se ameriten.

VII.4.3.2 PROGRAMA DE RESCATE Y CONSERVACIÓN

El establecimiento de un Programa de Rescate y Conservación atiende a la necesidad de contar con un instrumento que defina las bases técnicas y metodológicas de las actividades necesarias para realizar el rescate efectivo de los individuos animales y vegetales que se localicen en el sitio de desmonte y otras zonas del Proyecto y que, debido a su importancia biológica, uso o condición intrínseca, deban trasladarse a un ambiente adecuado para preservar su integridad.

En el caso particular de este Proyecto, sus actividades de integraran a las acciones contempladas en el Programa de Rescate y Conservación operativo para las actividades e instalaciones de Bi Metals; donde las actividades se dividen en dos subprogramas particulares, uno relativo al rescate

de fauna silvestre y otro al rescate de flora. Un panorama general de lo considerado en el Programa de Rescate y Conservación, se presenta a continuación.

Para realizar las actividades en apego a lo que establece el programa de rescate, será necesario realizar y coordinar brigadas de rescate, el número de brigadas y su tamaño se determinarán con base en el programa de avance del Proyecto, a efecto de establecer el cronograma específico de rescate, modelo y tramos de avance

La coordinación del equipo de especialistas con el área responsable del rescate de flora y el área operativa del Proyecto es fundamental para el éxito del programa, ya que los resultados obtenidos por el rescate en un área pueden perderse si ésta no es intervenida inmediatamente, debido a que los individuos que han sido ya desplazados del sitio pueden retornan si las condiciones de no afectación prevalecen.

Antes de iniciar los trabajos de rescate de especies de flora y de fauna silvestre se capacitará al personal que conforman las brigadas, abarcando en la capacitación los siguientes temas:

- Problema que presentan algunas especies de flora y fauna.
- Importancia de las especies el cuidado y manejo.
- Identificación de las especies de flora por rescatar.
- Métodos para el cuidado de las plantas rescatadas.
- Traslado y reubicación de las especies rescatas (flora y fauna).

Cada brigada estará integrada por al menos un especialista con conocimientos y experiencia en manejo de aves, mamíferos y reptiles; así como los asistentes de campo necesarios, previamente capacitados en el manejo de los ejemplares.

RESCATE DE FAUNA SILVESTRE

El objetivo general del rescate de fauna silvestre consiste en prevenir la mortandad de los individuos de vertebrados terrestres que se localicen en las áreas donde se autorice el cambio de uso de suelo.

Las metas específicas del rescate consisten en:

Asegurar prioritariamente la preservación de los individuos que llegaran a presentarse en las áreas que serán sujetas a cambio de uso de suelo, y que pertenezcan a cualquiera de las especies de vertebrados terrestres que tienen distribución en el área y se encuentran enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Privilegiar la disuasión de presencia (mediante ahuyentamiento) de todos los individuos de vertebrados terrestres que llegaran a encontrarse en los sitios de trabajo, independientemente de pertenecer o no a especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Implementar los procedimientos de rescate y reubicación sólo en el caso de: (i) ejemplares de lento desplazamiento; (ii) individuos que por su condición lo requieran; y (iii) huevos y crías en nidos o madrigueras activos.

Territorialmente, las acciones del programa se circunscribirán a dos áreas:

El ahuyentamiento y el rescate se realizarán exclusivamente en el área donde la cobertura vegetal será removida.

La reubicación de los ejemplares que deban capturarse se efectuará en áreas próximas y seguras que presenten condiciones ambientales similares a las de captura y que no serán perturbadas por el desarrollo del Proyecto.

Temporalmente, las acciones de rescate y reubicación se ejecutarán, de manera invariable, antes de cualquier intervención física del terreno, una vez que éste sea delimitado.

Asimismo, en caso de que durante la operación del proyecto algún animal silvestre retorne o se encuentre en el área de trabajo, será protegido y, en caso necesario, rescatado y reubicado.

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

Preparativos

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

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

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

Integración y preparación de las brigadas de rescate. Como se mencionó anteriormente, antes de iniciar las actividades de rescate se capacitarán al personal que conforman las brigadas con las bases técnicas suficientes para estar en posibilidad de localizar animales, identificar nidos y madrigueras; aplicar técnicas básicas de captura y manipulación de ejemplares.

Preparación de material y equipo. Consiste en disponer de las herramientas necesarias, indispensables y suficientes para el trabajo.

Disuasión y Captura

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

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

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

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

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

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

Algunas formas de proporcionar dichas condiciones consisten en:

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

Construir apilamientos de plantas como madrigueras.

Construir apilamientos de rocas a manera de asoleaderos y sitios de descanso de lagartijas.

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

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

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

Disuasión:

Con el propósito de promover el alejamiento autónomo de los animales, previamente al inicio de las actividades de desmonte, las brigadas realizarán recorridos a lo largo y ancho del terreno sujeto a rescate.

Se realizarán recorridos a paso normal, sostenidos durante al menos dos días consecutivos para inducir el abandono del área de los individuos con menor tolerancia al disturbio.

Los recorridos se practicarán en horario diurno, preferentemente desde el amanecer hasta antes del crepúsculo, incluyendo las horas de mayor insolación. Asimismo, se programará al menos un recorrido nocturno para el alejamiento de mamíferos.

Durante los recorridos se identificarán con banderolas los sitios de localización de nidos activos y madrigueras de reptiles, aves y mamíferos, a efecto de preparar las actividades de rescate en caso de que éstas continúen ocupadas al concluir los días de practicar los recorridos.

De prestarse las condiciones, durante los recorridos diurnos se colocarán pequeños apilamientos de arbolado muerto y vegetación en el área más próxima que preservará su cobertura vegetal. Con ello, se incrementará la disponibilidad de microambientes para los reptiles y pequeños mamíferos que abandonen sus sitios o madrigueras en las áreas donde se realizará el Proyecto.

Captura:

La captura de ejemplares se realizará sólo en el caso de individuos de lenta movilidad, aquellos que no se encuentren en condiciones de desplazarse de forma autónoma, cuando éstos permanezcan en el sitio al concluir los recorridos de ahuyentamiento; o bien, cuando tratándose de individuos que puedan desplazarse, no existan rutas de escape hacia un ambiente seguro y adecuado a sus necesidades.

Al término de los recorridos de disuasión se revisarán las madrigueras y nidos marcados previamente para determinar si aún se encuentran activos y ocupados.

En el caso de reptiles (serpientes, lagartijas) las madrigueras se excavarán manualmente utilizando equipo de protección contra posibles mordeduras.

Las serpientes se extraerán de la madriguera mediante el empleo de ganchos herpetológicos y las lagartijas manualmente.

Las serpientes deberán manipularse con precaución para evitar mordeduras, empleando la mano y gancho herpetológico; es recomendable el uso de guante como protección.

Las serpientes y lagartijas se colocarán dentro de contenedores plásticos o sacos de lona, evitando al máximo la manipulación excesiva y cuidando de no lastimarlos. Los sacos deberán anudarse o atarse con cordel.

Se deberá procurar el rápido traslado de los ejemplares capturados hacia el área de reubicación previamente definida, donde serán transferidos en contenedores ventilados y de dimensiones adecuadas a su talla. Los contenedores deberán colocarse en un ambiente sombreado, a fin de permitir a los ejemplares conservar una temperatura adecuada.

Dependiendo de la especie, sexo y dimensiones del animal, podrá colocarse más de un ejemplar por jaula o recipiente, pero procurando no juntar dos machos adultos.

La captura de mamíferos se realizará en horario nocturno a lo largo de cada tramo. Para ello, las trampas Sherman y Tomahawk, debidamente cebadas, se tenderán al atardecer y serán periódicamente revisadas.

Los ejemplares de mamíferos que llegaran a capturarse se mantendrán vivos en jaulas metálicas, para ser transportados lo más pronto posible al área de liberación, de manera que se evite someterlos a un estrés innecesario.

Una vez capturado cualquier ejemplar, los datos necesarios se registrarán en la bitácora, incluyendo la especie y las coordenadas geográficas del sitio de captura. Cada animal se identificará con un código numérico en la bitácora.

En todo momento se manipulará a los animales de forma cuidadosa, evitando dañarlo y someterlo a estrés innecesario.

Al finalizar cada jornada de captura se medirán los ejemplares y se terminarán de registrar los datos de la bitácora.

Al finalizar el rescate, en cada tramo de trabajo se colocará algún tipo de señalización que indique que el área ha sido liberada para el desmonte.

Las actividades de desmonte deberán iniciar en las áreas liberadas en un plazo breve, preferencialmente de un día, para evitar que los animales re-ocupen las zonas.

Liberación o reubicación

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

La selección de las áreas de liberación debe realizarse teniendo siempre como referencia las condiciones del sitio original de un ejemplar y los requerimientos ambientales de la especie. Mientras más parecidas sean las características del sitio de liberación a las de extracción, mayores serán las probabilidades que tenga el individuo de encontrar el alimento, agua y refugio que requiere para su sobrevivencia.

La búsqueda de similitud entre las áreas de extracción y liberación no debe sólo limitarse a las características del medio físico que conforman el hábitat; aún más relevantes que éstas son los atributos relativos a la estructura y composición de las comunidades bióticas que las integran.

Dentro de los factores a tener en cuenta en la selección de un área de liberación de animales silvestres, se encuentra el conocimiento de las especies de fauna y abundancia de las poblaciones presentes, de manera que se tenga la posibilidad de prevenir la introducción de ejemplares de especies que, siendo silvestres, puedan considerarse invasoras al área particular, así como prever relaciones de competencia en poblaciones abundantes o condiciones de desventaja a los nuevos individuos en relaciones depredador-presa.

Las principales reglas de operación para la liberación de ejemplares se indican a continuación.

La liberación de los animales en el área seleccionada deberá realizarse preferentemente el mismo día de la captura o a más tardar al siguiente.

Los ejemplares se extraerán de las jaulas y se les permitirá alejarse libremente.

En el caso de los reptiles la liberación se deberá realizar en las horas de mayor insolación, de manera que se facilite a los individuos la movilidad y búsqueda de refugio.

Para los mamíferos es recomendable que la liberación se realice en su horario vespertino o nocturno.

DOCUMENTACIÓN DE ACCIONES

Con la finalidad de contar con información relevante que permita monitorear y evaluar posteriormente el éxito de las actividades de rescate y reubicación, todo el proceso de desarrollo del programa deberá quedar debidamente documentado.

El registro fotográfico será requerido durante la captura y liberación de ejemplares.

Las bitácoras de rescate se llenarán de acuerdo con un formato diseñado *ex profeso* y deberán resguardarse como parte del expediente interno del programa.

Al finalizar el desarrollo del programa, el coordinador responsable se encargará de elaborar un informe completo de las actividades realizadas, en el que se describa la totalidad de las actividades y haga constar el número de individuos rescatados, su especie, sexo y medidas; el plano que identifique las coordenadas de los sitios de captura; así como una descripción general del sitio en el cual fueron liberados los ejemplares. Dicho informe se complementará con el registro fotográfico de las actividades.

EVALUACIÓN

Para evaluar el desempeño de los trabajos de rescate de fauna se emplearán los siguientes indicadores:

- Número total de especies rescatadas.
- Número de especies en riesgo rescatadas.
- Número total de ejemplares rescatados por especie.
- Número de ejemplares rescatados de especies en riesgo.

La efectividad del programa, así como de las medidas adoptadas para prevenir, mitigar y compensar los impactos en la fauna silvestre se evaluarán con base en los resultados que arroje el monitoreo general de fauna silvestre.

RESCATE DE FLORA

El rescate de flora persigue el objetivo de garantizar la conservación de la diversidad de especies vegetales en el área, evitando su disminución como consecuencia del cambio de uso de suelo.

De manera particular, se plantean tres metas:

- Realizar el rescate y trasplante de los individuos *Pachicereus pecten-aboriginum* y *Stenocereus thurberi*, y del género Mammillaria que se encuentren en el sitio y que, en razón de su talla y condición, tengan probabilidades reales de sobrevivencia.
- Realizar el rescate y trasplante de plántulas de *Guaiacum coulteri* (especie catalogada como Amenazada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010), y en lo posible de, *Lysiloma divaricatum*, *Ceiba acuminata y Tabebuia impetiginosa* (especies representativas de la zona del proyecto).

- Recolectar semillas y partes vegetativas de *Guaiacum coulteri* para la reforestación, propagación y producción en vivero, así como su empleo en la restauración final de las áreas afectadas por el cambio de uso de suelo que no tendrán uso futuro.

Los principales indicadores de éxito de las acciones del programa serán:

1. Sobrevivencia mayor al 80 % de los individuos trasplantados.
2. Respuesta fenológica de los ejemplares rescatados de acuerdo con el ciclo de vida de la especie y comunidad.
3. Presencia de nuevos ejemplares jóvenes y especies anuales en el área de plantación.

Territorialmente, las acciones de rescate se circunscribirán a la superficie de desmonte requerida para el desarrollo del Proyecto. El rescate se efectuará progresivamente y de forma programada conforme al programa de avance de las actividades del Proyecto.

Temporalmente, las acciones de rescate de flora se realizarán una vez que haya concluido el rescate de fauna silvestre, pero antes de que se realice el desmonte.

El protocolo está integrado por diversas actividades agrupadas en cinco etapas: planificación, rescate, albergue temporal, documentación y evaluación.

Las etapas y sus acciones particulares han sido planeadas de manera tal que el programa pueda realizarse con un margen temporal adecuado y suficiente para permitir el desarrollo del Proyecto.

A continuación se describe cada una de las actividades por etapa.

PLANIFICACIÓN

La planificación del programa incluyen las acciones relativas a:

a) <u>Preparación del vivero.</u> Durante la etapa de rescate y reubicación de especies de flora dicho vivero servirá para el albergue temporal de los individuos que serán rescatados, así como para la propagación y producción de plantas nativas locales que se emplearán en la restauración final del sitio.

b) <u>Prospección del terreno y evaluación.</u> La prospección se realizará a pie dentro del área que será sujeta a cambio de uso de suelo, con el propósito de identificar las especies e individuos que deberán ser trasplantados, y evaluar sus condiciones y probabilidades de sobrevivencia.

El recorrido facilitará, asimismo, el reconocimiento del área y las dificultades o ventajas para el rescate que puedan presentar ciertos sitios.

Los ejemplares de cactáceas y plántulas que presenten condiciones favorables al trasplante se marcarán con cinta para su posterior reconocimiento. En la bitácora de campo se registrarán sus coordenadas de ubicación, así como las variables dasométricas cuantitativas que apliquen al caso (diámetro basal, altura total, altura de fuste limpio y cobertura) y cualitativas (vigor, sanidad, color de follaje y etapa fenológica).

La evaluación del ejemplar estará a cargo de un especialista con experiencia para reconocer las características que determinan si el individuo está en condiciones de resistir la manipulación y

trasplante. Además de los atributos particulares y grado de tolerancia de la especie, se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- Tamaño del ejemplar**:** Se debe considerar que un ejemplar pequeño será siempre más fácil de trasplantar que uno grande, debido a que presentan mejor y más rápida adaptación al nuevo sitio, entre otros aspectos. Asimismo, su peso es menor y en consecuencia su volumen facilita el desarrollo de las maniobras de preparación y traslado.
  En este sentido, para las cactáceas es recomendable realizar únicamente el trasplante de ejemplares de hasta 1.5 metros de altura y diámetro máximo (DAP) de 10 cm. En el caso de las plántulas serán rescatados los individuos por debajo de los 30 cm.
- Condición sanitaria**:** Sólo se deberán considerar como candidatos para el banqueo a los ejemplares sanos, por lo que se descartarán para el rescate aquéllos que presenten signos de ramas secas, muy envejecido, débil, enfermo, etc., debido a que este tipo de individuos tienen poca probabilidad de sobrevivir al trasplante.
- Efectos del trasplante**:** El trasplante produce estrés en los individuos y puede ocasionar su mortandad o, en el menor de los casos, propiciar una condición desfavorable en el nuevo sitio de plantación. Por ello, deberán considerarse las particularidades de tolerancia de cada especie.
- Época del año para realizar el trasplante**:** Las cactáceas deben trasplantarse antes del inicio de la época de lluvias. Las plántulas deben trasplantarse en el invierno, preferentemente; o bien en primavera, antes que inicie el rebrote o el crecimiento de los tallos.

RESCATE

Únicamente se recuperarán ejemplares marcados que, como resultado de la evaluación, se encuentren en condiciones de ser trasplantados.

El protocolo de rescate se ajustará a las siguientes actividades:

a) Marcaje de ejemplares. Al trasplantar el individuo a un sitio definitivo, principalmente con las cactáceas, es importante proporcionarle condiciones de exposición al sol y vientos similares a las del lugar donde se encontraban creciendo originalmente. Por ello, previamente a la extracción deberá identificarse y marcar sobre el individuo el sitio que presenta exposición hacia el norte, empleando una brújula y anotando la letra N en la cara del fuste.

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

b) Técnicas de extracción. El rescate de plántulas se realizará por medio de la extracción con cepellón o banqueo, mientras que el rescate de las cactáceas se realizará por medio de la extracción completa con raíz desnuda.
   - Banqueo: Este método de rescate considera la salvaguarda de las estructuras principales de las plantas, tanto aéreas (ramas y brazos) como subterráneas (raíces), y la poda de estructuras secundarias que permitan su manejo. En el caso de las plántulas, esto último no será necesario.

La extracción de los individuos se realiza con la parte del suelo o tierra que rodea las raíces del ejemplar (cepellón) con la finalidad de proteger las raíces, así como de no eliminar los micro organismos que establecen asociaciones simbióticas con las raíces para facilitar la absorción de minerales . El banqueo se realizará de forma manual, desde afuera del área del cepellón se abrirá una zanja alrededor de la plántula de 10 cm de ancho y 20 cm de profundidad aproximadamente, garantizando el rescate de la mayoría de las raíces y permitiendo continuar con el desarrollo de los ejemplares trasplantados.

La tierra alrededor del cepellón se retirará con un bieldo, quitando pequeñas cantidades para evitar dañar las raíces. La construcción de la cepa alrededor del ejemplar permitirá disponer de un espacio con un ángulo adecuado para llevar a cabo las actividades del banqueo.

Se deberán cortar las raíces del terrón por debajo del cepellón con una pala afilada y posteriormente se recortará cualquier raíz saliente con tijeras de poda a una mano. Esto permitirá desprender el terrón por debajo.

Una vez suelto el cepellón, se protegerá colocándolo en una bolsa de vivero y llevándolo a un lugar sombreado para evitar daños por calor o sofocación de raíces.

- Extracción completa con raíz desnuda: Consiste en la extracción completa del ejemplar evitando dañarlo. Para ello se procede a cavar con pala un círculo en torno al individuo, a una distancia razonable para minimizar el daño a su sistema radicular.

  La profundidad de la excavación estará en función de la especie que se desea extraer, del tamaño del ejemplar, de la distancia entre la excavación y el ejemplar.

  Una vez que se ha excavado suficiente para liberar las raíces de la tierra, el ejemplar se trasladará al vivero con la ayuda de costales o de una lona si es necesario.

ALBERGUE TEMPORAL

En el vivero, los ejemplares se protegerán de la luz directa, viento y temperaturas extremas. En el caso de las cactáceas, se expondrán a la acción deshidratante del sol y el aire, lo que ayuda a la cicatrización de las posibles heridas que haya sufrido la raíz y a la eliminación de bacterias y hongos que pudieran afectarla.

En el vivero se llevarán a cabo actividades de riego y mantenimiento que garanticen el óptimo crecimiento y desarrollo de los individuos una vez reintroducidos en campo.

ÁREA DE UBICACIÓN DE ESPECIES RESCATADAS

La reubicación de las especies rescatadas se realizará en un área que presente características ambientales similares (condiciones climáticas, geológicas, edafológicas, etc.) a su hábitat de origen, así como las características morfológicas y fisiológicas de cada una de ellas, con el fin de asegurar las condiciones mínimas necesarias para la sobrevivencia de los individuos reubicados.

Las características con que deben contar los sitios de reubicación son:

- Reunir las condiciones mínimas ambientales para hospedar a los individuos rescatados.
- El sitio está alejado de núcleos de población y áreas agrícolas, pecuarias o de actividades de extracción forestal, para evitar que en un futuro también sean afectadas.
- El área es de fácil acceso que facilitará las actividades posteriores al trasplante.

DOCUMENTACIÓN

Con la finalidad de contar con información relevante que permita monitorear y evaluar el éxito de las actividades de rescate y reubicación, todo el proceso de desarrollo del programa deberá quedar debidamente documentado.

El registro fotográfico será requerido durante la extracción y plantación de ejemplares, así como del desarrollo de los individuos trasplantados.

Las bitácoras de campo se llenarán y resguardarán rigurosamente como parte del expediente interno del programa.

El coordinador responsable se encargará de elaborar un informe completo de las actividades realizadas, en el que se describa la totalidad de las actividades y haga constar el número de individuos rescatados, su especie y medidas; y el plano que identifique las coordenadas de los sitios de extracción. Dicho informe se complementará con el registro fotográfico de las actividades y periódicamente se actualizará con los resultados de sobrevivencia de los ejemplares trasplantados.

EVALUACIÓN

El monitoreo de sobrevivencia de los ejemplares trasplantados se realizará semanalmente durante el primer mes posterior a la plantación. Durante los dos meses siguientes se realizarán los registros con una periodicidad de 15 días.

Al cabo de los tres primeros meses se realizará una primera evaluación del éxito del rescate y el estado de los ejemplares trasplantados.

Si los indicadores de éxito en esta primera evaluación resultan satisfactorios, la periodicidad del monitoreo en adelante deberá realizarse de manera bimestral durante el primer año, y de manera trimestral en años posteriores.

Como parte del monitoreo se evaluará la condición de los ejemplares trasplantados, tomando como referencia la información documentada sobre su estado previamente a la extracción.

Las evaluaciones serán cuantitativas y cualitativas, conforme a los siguientes criterios.

- Crecimiento. Mensualmente se registrarán los datos de altura, diámetro del tallo y diámetro de cobertura. Estos valores servirán para evaluar si existen incrementos de estos parámetros a partir de los datos obtenidos al momento del rescate.
- Enfermedades. Se registrará la presencia de signos o síntomas que refieran la presencia de plagas y enfermedades que pudieran poner en riesgo la sobrevivencia y crecimiento de los ejemplares establecidos.
- Presencia de rebrotes de hojas. Para el caso de las plántulas, como indicador de crecimiento se registrará si hay presencia o no de brotes de hojas nuevas. La presencia será considerada como respuesta favorable al trasplante. De ser posible se registrará la aparición de los nuevos brotes en función del tiempo a partir de la plantación o desde que se ha resguardado el ejemplar en el vivero.

- Coloración de las hojas. En las plántulas se registrará el color del nuevo follaje y se construirá una escala de gradientes de color que permita hacer su análisis comparativo con el color que presentaban las hojas del árbol en el sitio de extracción. La gradación de color permitirá observar signos de debilitamiento, deficiencias, estrés, etc.
  En las plántulas, el tamaño de las hojas representará un signo para valorar la adaptabilidad en su nuevo sitio de plantación o durante su estancia en el vivero antes de ser trasplantado. La reducción del tamaño de las hojas será un indicador de estrés, déficit nutricional, daños por plagas y enfermedades, así como problemas abióticos y de manejo.
- Crecimiento de ramillas. Para las plántulas se revisará el número de nuevas ramillas, así como su crecimiento en longitud. En caso de que el tiempo involucrado en el trasplante al nuevo sitio sea mayor a un mes, se realizará la medición del diámetro de las ramillas. La evaluación integral del programa se realizará como parte del monitoreo biológico del proyecto y con base en los indicadores de éxito en él establecidos.

En virtud de la naturaleza de los trabajos de rescate, entre los indicadores a considerar los más relevantes son:

- Especies y número de ejemplares rescatados.
- Especies y número de ejemplares trasplantados.
- Índice de sobrevivencia de los ejemplares trasplantados por especie.
- Especies y número de plantas producidas en vivero.

Acciones emergentes

Si como resultado de la primera evaluación del monitoreo se observa que la supervivencia de los ejemplares trasplantados es menor al 80 %, se adoptarán las siguientes medidas:

1. Se determinarán las causas de la mortalidad (estrés post-plantación, daños de manipulación en los procedimientos, manejo inadecuado enfermedad u otras).
2. En caso de que los ejemplares hayan muerto por alguna infección o parasitosis, se retirarán los restos para evitar que otros ejemplares de la misma especie enfermen y se evaluará el estado sanitario de los demás individuos.
3. 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.
4. Se procurará la reposición de los individuos perdidos a través la plantación de ejemplares que hayan sido producidos en el vivero.
5. 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.
6. Ante pérdidas de ejemplares por fenómenos naturales, como incendios o huracanes, se procurará la reposición de los individuos con ejemplares de vivero.

VII.4.3.3 PROGRAMA DE RESTAURACIÓN Y REFORESTACIÓN

El objetivo de la restauración será rehabilitar el suelo y restablecer la cobertura vegetal de todas las áreas afectadas por el cambio de uso de suelo y las actividades de Bi Metals –entre las cuales se incluirán las del presente Proyecto- que no tengan uso futuro inmediato.

En todo caso, el protocolo de restauración previsto incluye las actividades que se describen a continuación.

PREPARACIÓN DEL TERRENO

En las áreas sujetas a restauración se realizará la descompactación y escarificación del terreno, para efectuar posteriormente la reposición del suelo orgánico recuperado y conservado.

La colocación del suelo orgánico propiciará un medio de sustento y nutrientes a la plantación. Investigaciones realizadas han demostrado que con unos pocos centímetros de suelo rescatado del mismo sitio se puede mejorar sustancialmente el establecimiento de cubierta vegetal a largo plazo.

El suelo fértil que durante los trabajos de despalme se haya recuperado y conservado será útil en el acondicionamiento de los sitios de reforestación, ya que mejorará la estructura del sustrato, las tasas de infiltración, la capacidad de retención de agua y la disponibilidad de nutrientes necesarios para las plantas.

Antes de la reposición del suelo se realizarán pruebas de fertilidad, de capacidad de intercambio catiónico, conductividad eléctrica y salinidad, a efecto de determinar la pertinencia de aplicar prácticas de mejoramiento o de adicionar fertilizantes orgánicos ya humidificados que reactiven su capacidad productiva.

La colocación de suelo se realizará mediante camiones y escrepas, colocando una capa de 10 cm y hasta 20 cm de espesor, lo cual se considera suficiente para la fijación de la planta y, eventualmente, el crecimiento de semillas.

SELECCIÓN DE ESPECIES A REFORESTAR

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

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

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

Dentro de las especies que se usarán en la reforestación, se dará preferencia a especies de la región y a aquellos ejemplares producidos en el vivero que la empresa habilite (por ejemplo, Guayacán, Amapa, Pochote y especies de la familia Fabaceae).

PLANTACIÓN

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

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

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

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

En el sitio de plantación deberá haberse realizado previamente la apertura de la cepa, de diámetro superior al 25 % del tamaño del cepellón del ejemplar banqueado y en un 10 % más profundo. Ello, además de permitir un adecuado desarrollo del árbol recién trasplantado, facilita las maniobras de plantación (Figura VIII.1).

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

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



Figura VIII.1 Apertura de cepellón-reforestación

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

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

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

CUIDADOS POST-PLANTACIÓN

RIEGO

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

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



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

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

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

En caso de que la plantación se realice en época de lluvias, no se aplicará riego para no sobresaturar el suelo y propiciar la proliferación de hongos en los individuos recién trasplantados.

MULCH

La aplicación de mulch ayuda a la conservación de la humedad, regula la temperatura del suelo y controla el crecimiento de hierbas alrededor de los individuos trasplantados.

El mulch orgánico será obtenido de los residuos de los materiales vegetales producto del desmonte: corteza, ramas y ramillas trituradas y hojas debidamente descompuestas.

Debe aplicarse una capa de 7 a 10 cm de mulch, dejando una circunferencia de 15 cm libre del contacto de los tallos.

FERTILIZACIÓN

Durante los primeros años los ejemplares no requieren de aporte de nutrientes, debido a que éstos se encuentran de manera natural en el suelo.

Ningún fertilizante o estiércol debe ser mezclado con el suelo de relleno, ya que podría causar daño a la raíz.

Si el trasplante requiere de fertilización durante los primeros años, sólo deberán aplicarse fertilizantes solubles bajo la proyección de la copa en el suelo, a 20 cm del tallo de la planta para no quemarlo.

MANEJO Y MANTENIMIENTO

Para incrementar los factores de éxito en la reforestación se mantendrá un programa de manejo y mantenimiento.

El mantenimiento consistirá esencialmente en asegurar la disponibilidad de agua en las etapas críticas iniciales del desarrollo de las plantas; para ello, se considera que las características propias del clima local y la hidrología son suficientes para el auto-sostenimiento de las áreas en proceso de revegetación; no obstante, en caso de ser necesario, especialmente en época de estiaje, se proveerá el riego.

Otras acciones de mantenimiento se refieren a la reposición de planta y el control fitosanitario en toda el área reforestada.

Reposición de planta: Tomando en cuenta el estrés que sufren las plantas debido al brusco cambio de condiciones, al trasladarse del vivero al lugar definitivo de plantación, debe procurarse que el ejemplar sufra el menor daño y retraso en su desarrollo. Para ello, se recomienda que la siembra se realice en verano, para aprovechar tanto el período vegetativo de la planta, como la gran cantidad de humedad necesaria en el suelo y el ambiente.

Cuando el estrés de la manipulación es alto, la planta muere aun después de ser establecida. Dado que el índice de mortandad se eleva con la presencia de las plagas y enfermedades que pudieran presentarse en el sitio de plantación, se hace necesario reponer los ejemplares muertos con nuevas plantas.

Específicamente, en caso de que a partir de los resultados del monitoreo del programa se identifique que la tasa de sobrevivencia en las áreas en donde se realizó la revegetación con plantas producidas en el vivero fuera menor al 80 %, se realizarán las evaluaciones pertinentes para determinar las causas que motivaron la pérdida, se implementarán acciones correctivas y se hará la reposición de los ejemplares perdidos, procurando mantener la densidad deseada en todo momento.

Tratamiento, cajeteo y podas de formación: Desde el establecimiento de la plantación y hasta los siguientes tres años de mantenimiento, se realizará el chapeo de las áreas plantadas, mediante la escarda manual.

Otra de las actividades de gran ayuda en el desarrollo óptimo de las plantaciones, es el cajeteo, por medio del cual se busca darle a la planta una mayor garantía en la retención de humedad. El período recomendado para la realización de esta actividad de fomento es al inicio de las lluvias, con la finalidad de lograr captar la máxima cantidad de agua.

El cajeteo está planeado para realizarse durante los tres primeros años del mantenimiento de la plantación.

Adicionalmente, de ser necesario, se aplicarán riegos de auxilio durante los tres primeros años de la plantación y en los meses más críticos de sequía.

Las labores de protección tienen el propósito de liberar a la plantación de los efectos que ponen en riesgo la sobrevivencia de los ejemplares, causados por agentes destructivos como plagas y enfermedades, o la misma acción dañina de animales o humanos.

Debido a que en la región se da el libre pastoreo de ganado, es fundamental mantener vigilancia para evitar que los animales dañen a la plantación.

Prevención, control y combate de plagas: Para la prevención, control y combate de plagas dentro de las áreas con vegetación forestal no perturbada y las zonas sujetas a revegetación, se realizarán evaluaciones periódicas para diagnosticar la presencia de cualquiera de los tipos de insecto u organismos patógenos que se encuentran normalmente en la región.

En caso de detectarse condiciones que pongan en riesgo el estado sanitario de la vegetación se procederá a aplicar los tratamientos de control y combate recomendados para el agente causal particular.

DOCUMENTACIÓN

Con la finalidad de contar con información relevante que permita monitorear y evaluar el éxito de las actividades de reforestación, todo el proceso de desarrollo deberá quedar debidamente documentado:

El registro fotográfico será requerido durante todo el proceso, desde el equipamiento del vivero hasta el mantenimiento de las plantaciones.

El coordinador responsable se encargará de elaborar informes periódicos completos de las actividades realizadas. Dicho informe se complementará con el registro fotográfico de las actividades y los resultados de sobrevivencia de las plantaciones.

EVALUACIÓN

El seguimiento y la evaluación de las actividades de restauración se desarrollarán desde el momento mismo en que se inicien las actividades en el vivero, hasta la etapa de manejo y mantenimiento.

El monitoreo de la sobrevivencia de los ejemplares trasplantados y plantados se realizará semanalmente durante el primer mes posterior a la plantación. Durante los dos meses siguientes se realizarán los registros con una periodicidad de 15 días.

Al cabo de los tres primeros meses se realizará una primera evaluación del estado de los ejemplares plantados y del proceso de crecimiento en áreas donde se empleó la siembra de semillas.

Si los indicadores de éxito en esta primera evaluación resultan satisfactorios, la periodicidad del monitoreo en adelante deberá realizarse de manera mensual, durante el primer año, y de manera trimestral en años posteriores.

Se evaluará la condición de los ejemplares plantados. Las evaluaciones serán cuantitativas y cualitativas, conforme a los criterios establecidos para el trasplante de ejemplares.

Algunos de los indicadores más relevantes que se considerarán son:

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

Si como resultado de la primera evaluación del monitoreo se observa que la supervivencia de los ejemplares trasplantados es menor al 80 %, se adoptarán las mismas medidas emergentes que fueron señaladas para el trasplante de individuos rescatados.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

VIII.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN

De acuerdo al Artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entrega un ejemplar impreso de la Manifestación de Impacto Ambiental, en su modalidad Particular, y cuatro en archivo electrónico. En el archivo electrónico se incluyen las imágenes, planos e información que se menciona en el estudio.

VIII.2 ANEXOS PRESENTADOS

En la realización del presente estudio se tomaron en cuenta todos los aspectos indicados en la legislación para proyectos mineros y se incorporaron los elementos necesarios para darle congruencia y claridad.

En cada uno de los apartados se describen todos los elementos metodológicos utilizados, especialmente en lo relativo al trabajo de campo realizado.

Integrados al documento, se presentan planos, imágenes y fotografías adecuadamente descritos, que fungen como material visual de apoyo. Elementos adicionales de este tipo se presentan en los anexos del presente documento.

Las metodologías utilizadas son de uso común en estos trabajos y han demostrado su eficacia para la obtención de resultados útiles en la toma de decisiones.

En el apartado de Anexos se incluye la información que fue utilizada como parte integral para el desarrollo de este documento, misma que se detalla a continuación.

VIII.2.1 APENDICE I "DOCUMENTACIÓN LEGAL"

En este anexo se incluye copias de la documentación que acredita la naturaleza legal de la empresa y de los elementos involucrados en la ejecución del proyecto.

VIII.2.2 APENDICE II "INFORMACIÓN TÉCNICA"

Se presenta el Estudio Biofisico y el Anexo Fotográfico .

VIII.2.3 APENDICE III "PLANOS GEORREFERENCIADOS"

Se elaboró un Anexo Cartográfico con la información temática de los aspectos físicos naturales, de vegetación, forestal y ecológico del sistema ambiental, así como la información cartográfica de proyectos mineros, propiedades y terrenos que convergen en el proyecto.

La referencia de coordenadas bajo la que se elaboró la cartografía fue WGS 84.

Los mapas se presentan con la escala adecuada al análisis que se requiere de acuerdo al proyecto y al Sistema Ambiental.

VIII.2.4 APENDICE IV

Se incluyen planos de CONABIO en referencia al sitio del proyecto.

APENDICES

APENDICE 1

APENDICE 2

RELACION DE ESPECIES VEGETALES (INVENTARIO), REPORTADAS PARA EL PROYECTO MINERO DE LA EMPRESA BIMETALS MEXICO, S. DE R.L. DE C.V., UBICADO AL INTERIOR DEL EJIDO PEDRAS VERDES, MPIO. DE ALAMOS, SONORA.

ABRIL/2017

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO
CHIRAHUI O HUINOLO	*Acacia*
POCHOTE	*Ceiba acuminata*
AMAPA	*Tebebuia palmeri*
GAUYABILLA	*Acacia coulteri*
COPALQUIN	*Hintonia latifolia*
PALO BLANCO	*Ipomoea arborescens*
PALO COLORADO	*Caesalpina platyloba*
GUASIMA	*Guazuma ulmifolia*
TOROTE PRIETO	*Bursera laxiflora*
MEZQUITE	*Prosopis*
TOROTE VERDE	*Bursera*
BAGOTE	*Parkinsonia aculeata*
GUAYACAN	*Guaiacum coulteri*
PALO BLANCO	*Pscidia mollis*
TESOTA	*Acacia occidentalis*
PALO PINTO	
CHOPO	
PAPACHE BORRACHO	
PALO BRASIL	*Haematoxylon brassiletto*
PIOJITO NEGRO	
VARA BLANCA	*Crotón sonorae*
SALVIA DEL DESIERTO	*Hyptis ermoyi*
CHICURILLA	*Ambrosia cordifolia*
PINTA-PAN	*Anoda sp.*
TABACHIN	*Caesalpinia pulherima*
TRONADOR	
CALABACILLA DE COYOTE	
MAGUEY Y BACANORA	*Agave*
SANGRENGADO DE MAYO	*Jatropha plantanifolia*
VINORAMA	*Acacia constricta*

TULLIDORA	*Karwinskia humboldtiana*
ETCHO	*Pachycereus pecten-arboginum*
PITAYA	*Stenocereus thurberi*
NOPAL	*Opuntia phaeacantha*
NOPAL DE CASTILLA	*Opuntia ficus indica*
CABEZA DE VIEJO	*Mammillaria sp.*
TASAJO	*Cilindropuntia arbuscula*
ZACATE ARAÑA	*Aristida ternipes*
ZACATE BUFFEL	*Cenchrus ciliaris*
ZACATE ROSADO	*Rynchelithrium repens*
SAN MIGUELITO	*Antigonum corindum*
FAROLITO	*Cardiospermum corindum*
CHICURA	*Ambrosia ambrosioides*
JUMETE	*Asclepias subulata*
GALLINITA	*Mascagnia macroptera*
TRONADOR	*Tecoma stoms*
NARANJILLO	*Malphigia orata*
ALFALFILLA	*Dicliptera resupinata*
OCOTILLO MACHO	*Fouqueria macdougallii*
PINTA-PAN	*Anoda sonorae*
LAVATIBA	*Cassia biflora*
SALICIESO	*Lycium andersonii*

EN LA PAGINA 110 Y 111 DEL CAPITULO IV DE LA MIA, SE ENLISTA EN LA TABLA IV.4 LAS ESPECIES VEGETALES QUE SE IDENTIFICARON EN EL SITIO DEL PROYECTO.

PAISAJE



Vista al interior del polígono de la presa de jales. Prevalecen los elementos arbustivos de *Acacia cymbispina*, acompañados de otros elementos de la familia Fabaceae.



Vista al interior del polígono de la presa de jales. Prevalecen los elementos arbustivos de *Acacia cymbispina*, e *Ipomea arborescens*. A la derecha, elemento de *Jatropha cordata.*

VEGETACIÓN



Teophrastaceae, *Jacquinia pungens*



Bombacaceae, *Ceiba acuminata*



Fabaceae, *Caesalpinia palmeri*



Rubiaceae, *Randia eccionocarpha*



Fabaceae, *Acacia cymbispina*



Fabaceae, *Lysiloma divaricata*



Cactaceae, *Pachycereus pecten-aboriginum*



Euphorbiaceae*, Jatropha cordata*



Zygophyllaceae, *Guaiacum coulteri*



Cactaceae, *Cylindropuntia leptocaulis*



Fabaceae, *Haematoxylum brasiletto*



Sterculiaceae, *Guazuma ulmifolia*



Fouquieraceae*, Fouquieria* macdougallii

FAUNA



Pseudoficimia frontalis



Phrynosoma solare



Sceloporus magister



Urosaurus ornatus



Melanerpes uropygialis



Myiarchus cinerascens



Tyrannus vociferans



Polioptila melanura



Toxostoma curvirostre



Spizella passerina



Cardinalis cardinalis



Cardinalis sinuatus



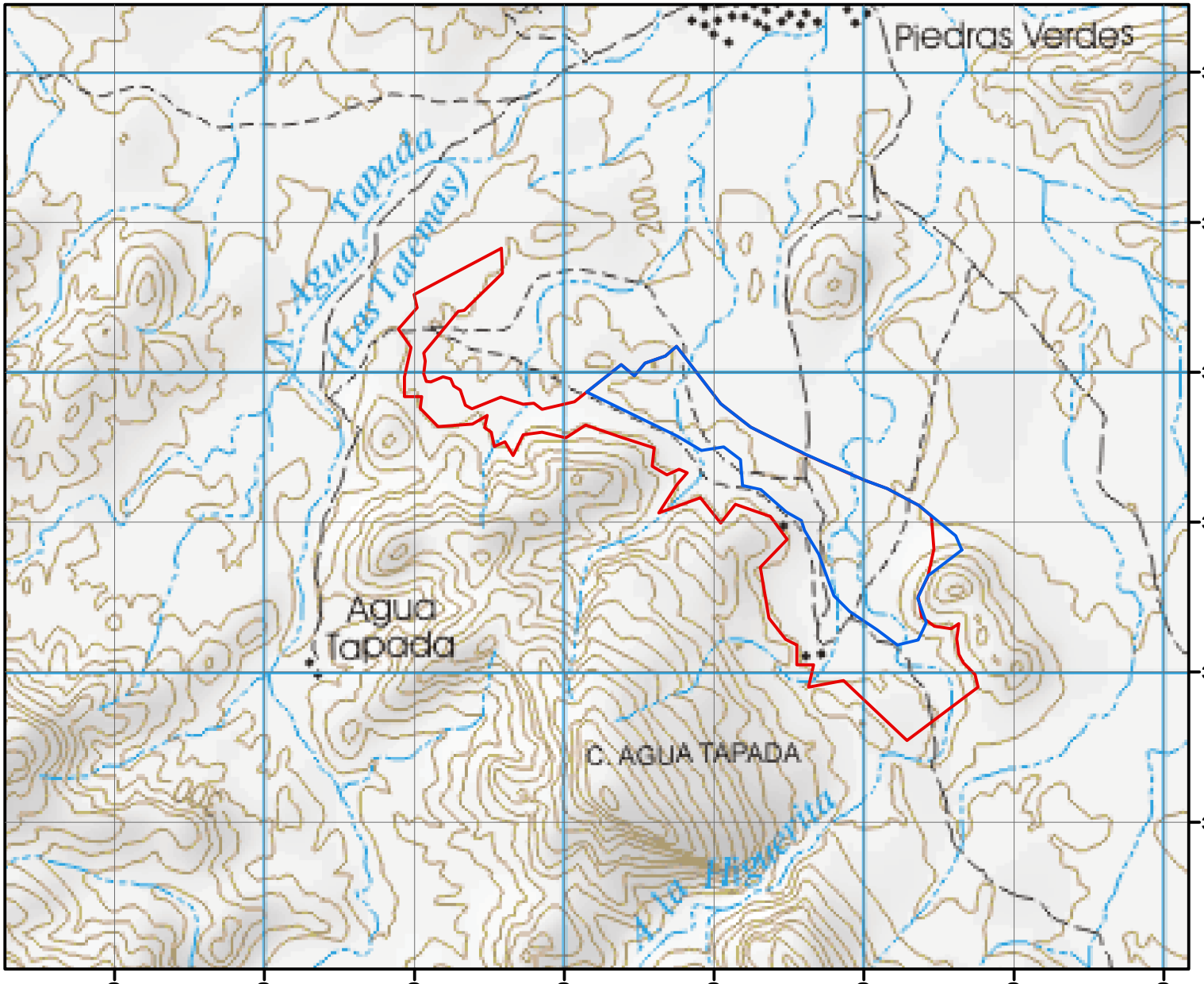
Icterus cucullatus

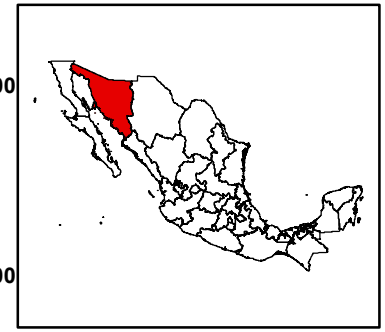


Canis latrans

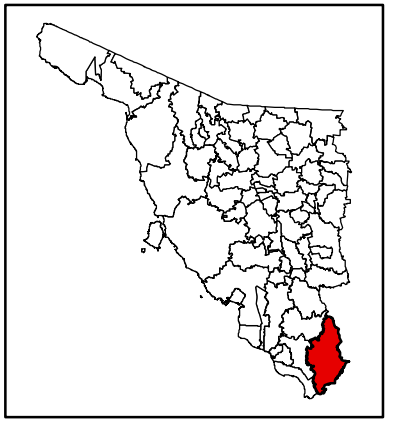
APENDICE 3

MICROLOCALIZACION PROYECTO "PRESA DE JALES II SEGUNDA ETAPA"





UBICACION:
ESTADO: SONORA
MUNICIPIO: ALAMOS
LOCALIDAD: PIEDRAS VERDES

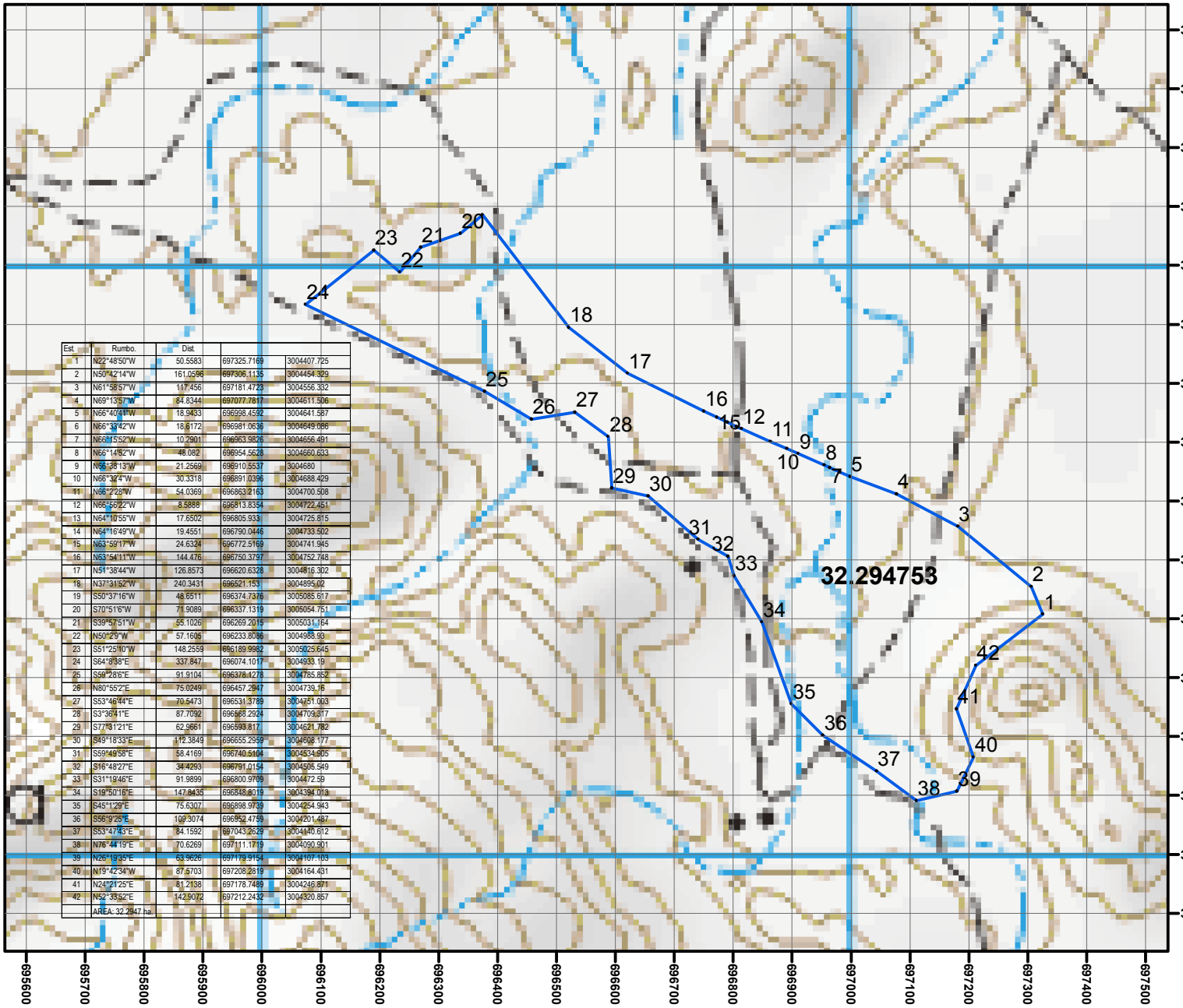


PRESA_DE_JALES_II_SEGUNDA_ETAPA_ITRF92
AREA_SOLICITADA_CUS_2017

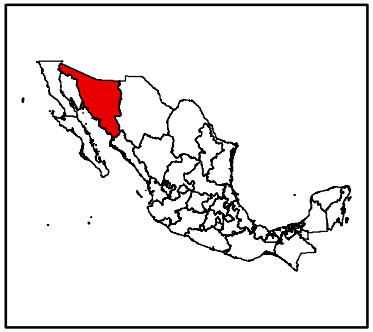
PORCION DE CARTA TOPOGRAFICA
G12B46 (CONICARIT) INEGI ITRF92

ESCALA: 1:20,000

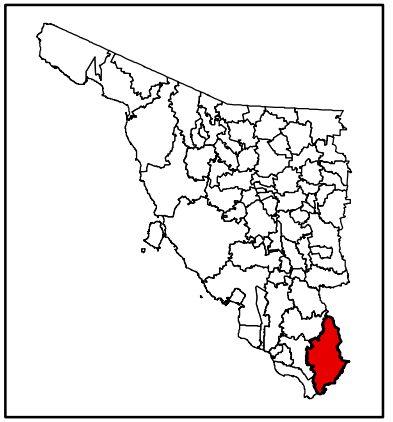
LOCALIZACION AREA CUS PROYECTO "PRESA DE JALES 2 SEGUNDA ETAPA"



Est.	Rumbo.	Dist.		
1	N22°48'50"W	50.5583	697325.7169	3004407.725
2	N50°42'14"W	161.0596	697306.1135	3004454.329
3	N61°38'57"W	117.456	697181.4723	3004556.332
4	N69°13'57"W	64.8344	697077.7817	3004611.506
5	N66°40'41"W	18.9433	696998.4592	3004641.587
6	N66°33'42"W	18.6172	696981.0636	3004649.086
7	N66°15'52"W	10.2901	696963.9826	3004656.491
8	N66°14'52"W	48.082	696954.5628	3004660.633
9	N66°38'13"W	21.2569	696910.5537	3004680
10	N66°32'4"W	30.3318	696891.0396	3004688.429
11	N66°22'8"W	54.0369	696863.2163	3004700.508
12	N66°56'22"W	8.5888	696813.8354	3004722.451
13	N64°10'55"W	17.6502	696805.933	3004725.815
14	N64°16'49"W	19.4551	696790.0446	3004733.502
15	N63°59'17"W	24.6324	696772.5169	3004741.945
16	N63°54'11"W	144.476	696750.3797	3004752.748
17	N51°38'44"W	126.8573	696620.6328	3004816.302
18	N37°31'52"W	240.3431	696521.153	3004895.02
19	S50°37'16"W	48.6511	696374.7376	3005085.617
20	S70°51'6"W	71.9089	696337.1319	3005054.751
21	S39°57'51"W	55.1026	696269.2015	3005031.164
22	N50°2'9"W	57.1605	696233.8086	3004988.93
23	S51°25'10"W	148.2559	696189.9982	3005025.645
24	S64°8'38"E	337.847	696074.1017	3004933.19
25	S59°2'8"E	91.9104	696378.1278	3004785.852
26	N80°55'2"E	75.0249	696457.2947	3004739.16
27	S53°46'44"E	70.5473	696531.3789	3004751.003
28	S3°36'41"E	87.7092	696568.2924	3004709.317
29	S77°31'21"E	62.9661	696593.817	3004621.782
30	S49°18'33"E	112.3849	696655.2959	3004608.177
31	S59°49'58"E	58.4169	696740.5104	3004534.905
32	S16°48'27"E	34.4293	696791.0154	3004505.549
33	S31°19'46"E	91.9899	696800.9709	3004472.59
34	S19°50'16"E	147.8435	696848.8019	3004394.013
35	S45°1'29"E	75.6307	696898.9739	3004254.943
36	S56°9'25"E	109.3074	696952.4759	3004201.487
37	S53°47'43"E	84.1592	697043.2629	3004140.612
38	N76°44'19"E	70.6269	697111.1719	3004090.901
39	N26°19'35"E	63.9626	697179.9154	3004107.103
40	N19°42'34"W	87.5703	697208.2819	3004164.431
41	N24°21'25"E	81.2138	697178.7489	3004246.871
42	N52°35'2"E	142.9072	697212.2432	3004320.857
	AREA= 32.2947 ha.			



UBICACION:
ESTADO: SONORA
MUNICIPIO: ALAMOS
LOCALIDAD: PIEDRAS VERDES

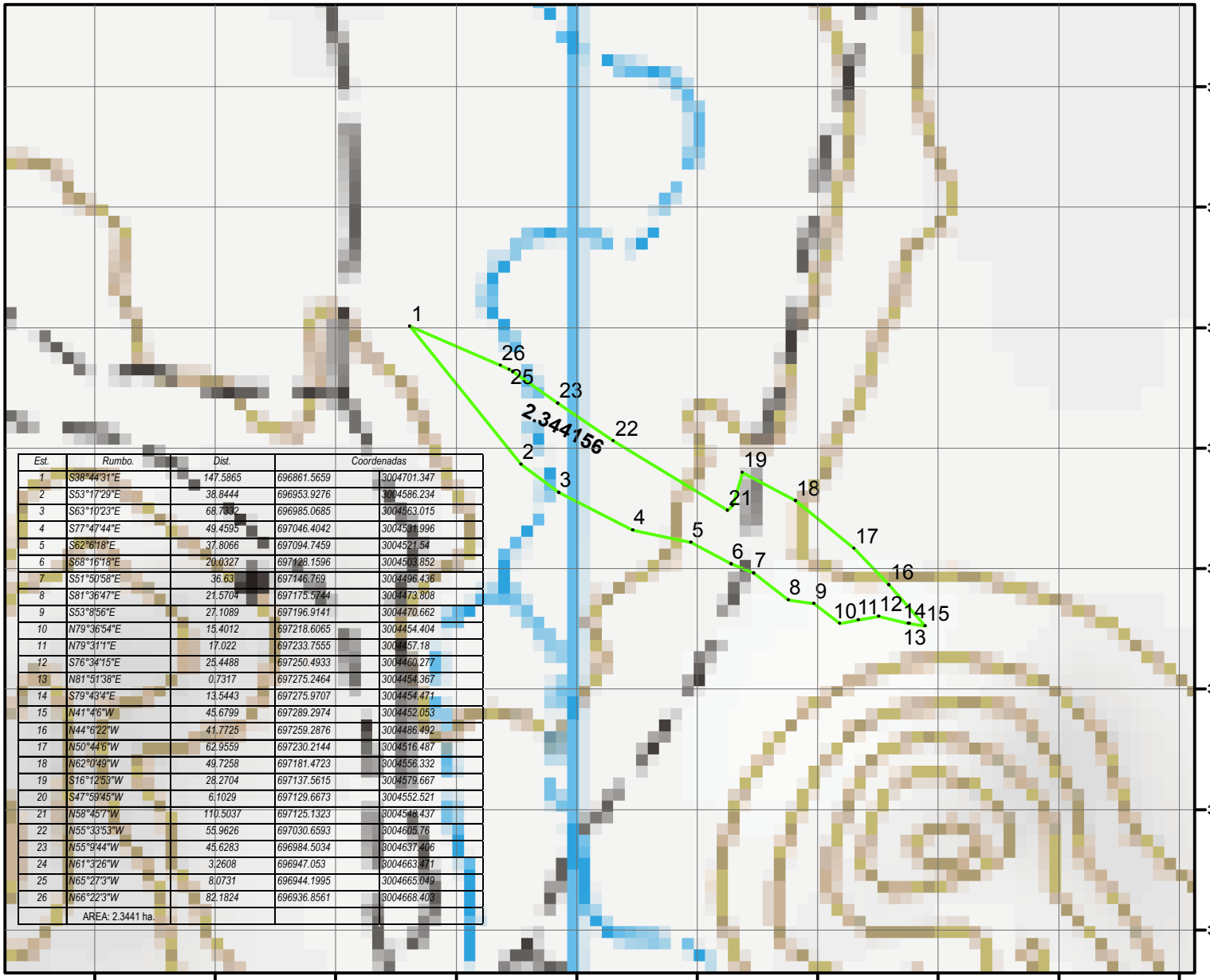


AREA_SOLICITADA_CUS_2017

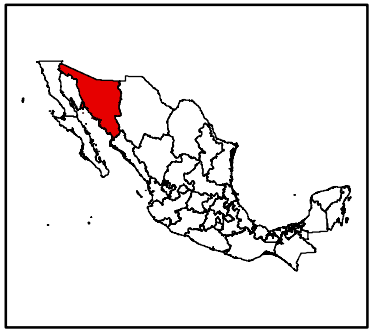
PORCION DE CARTA TOPOGRAFICA
G12B46 (CONICARIT) INEGI ITRF92

ESCALA: 1:10,000

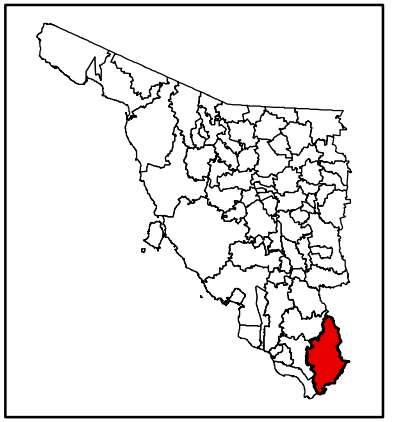
LOCALIZACION AREA DE CONSTRUCCION Y CAMINOS CUS 2017



Est.	Rumbo.	Dist.	Coordenadas	
1	S38°44'31"E	147.5865	696861.5659	3004701.347
2	S53°17'29"E	38.8444	696953.9276	3004586.234
3	S63°10'23"E	68.7082	696985.0685	3004563.015
4	S77°47'44"E	49.4595	697046.4042	3004581.996
5	S62°6'18"E	37.8066	697094.7459	3004521.54
6	S68°16'18"E	20.0327	697128.1596	3004503.852
7	S51°50'58"E	36.63	697146.769	3004496.436
8	S81°36'47"E	21.5704	697175.5744	3004473.808
9	S53°8'56"E	27.1089	697196.9141	3004470.662
10	N79°36'54"E	15.4012	697218.6065	3004454.404
11	N79°31'1"E	17.022	697233.7555	3004457.18
12	S76°34'15"E	25.4488	697250.4933	3004460.277
13	N81°51'38"E	0.7317	697275.2464	3004454.367
14	S79°43'4"E	13.5443	697275.9707	3004454.471
15	N41°4'6"W	45.6799	697289.2974	3004452.053
16	N44°6'22"W	41.7725	697259.2876	3004486.492
17	N50°44'6"W	62.9559	697230.2144	3004516.487
18	N62°0'49"W	49.7258	697181.4723	3004556.332
19	S16°12'53"W	28.2704	697137.5615	3004579.667
20	S47°59'45"W	6.1029	697129.6673	3004552.521
21	N58°45'7"W	110.5037	697125.1323	3004548.437
22	N55°33'53"W	55.9626	697030.6593	3004605.76
23	N55°9'44"W	45.6283	696984.5034	3004637.406
24	N61°3'26"W	3.2608	696947.053	3004663.471
25	N65°27'3"W	8.0731	696944.1995	3004665.049
26	N66°22'3"W	82.1824	696936.8561	3004668.403
	AREA: 2.3441 ha.			



UBICACION:
ESTADO: SONORA
MUNICIPIO: ALAMOS
LOCALIDAD: PIEDRAS VERDES

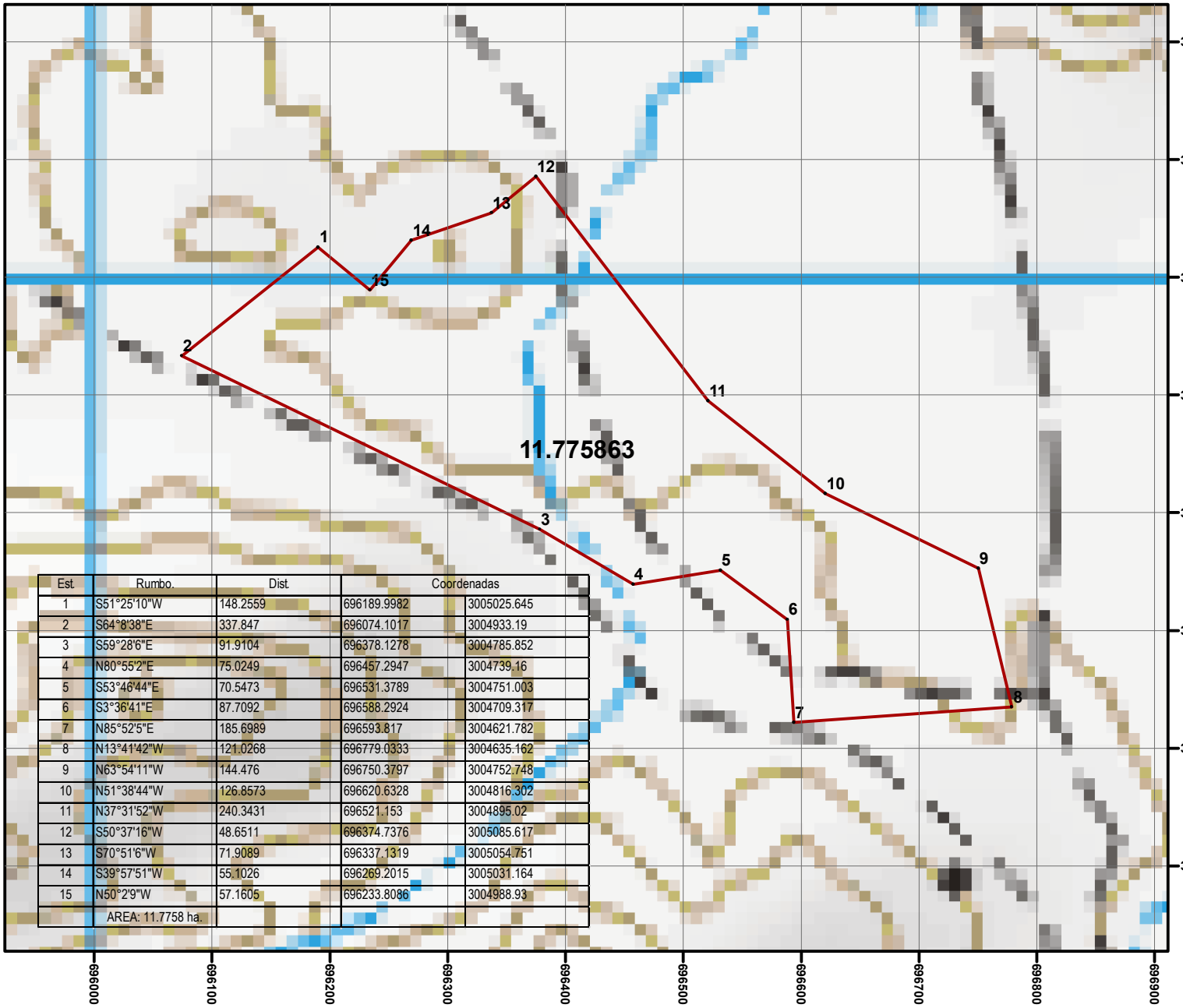


AREA_OBRAS_DE_CONSTRUCCION_Y_CAMINOS_CUS_2017

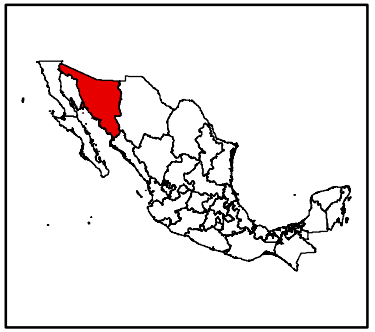
PORCION DE CARTA TOPOGRAFICA
G12B46 (CONICARIT) INEGI ITRF92

ESCALA: 1:5,000

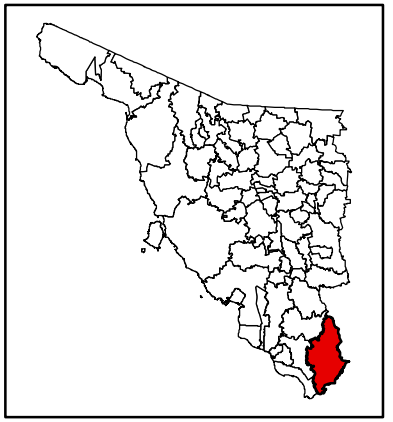
LOCALIZACION AREA CHIRAHUAL CUS 2017



Est.	Rumbo.	Dist.	Coordenadas	
1	S51°25'10"W	148.2559	696189.9982	3005025.645
2	S64°8'38"E	337.847	696074.1017	3004933.19
3	S59°28'6"E	91.9104	696378.1278	3004785.852
4	N80°55'2"E	75.0249	696457.2947	3004739.16
5	S53°46'44"E	70.5473	696531.3789	3004751.003
6	S3°36'41"E	87.7092	696588.2924	3004709.317
7	N85°52'5"E	185.6989	696593.817	3004621.782
8	N13°41'42"W	121.0268	696779.0333	3004635.162
9	N63°54'11"W	144.476	696750.3797	3004752.748
10	N51°38'44"W	126.8573	696620.6328	3004816.302
11	N37°31'52"W	240.3431	696521.153	3004895.02
12	S50°37'16"W	48.6511	696374.7376	3005085.617
13	S70°51'6"W	71.9089	696337.1319	3005054.751
14	S39°57'51"W	55.1026	696269.2015	3005031.164
15	N50°2'9"W	57.1605	696233.8086	3004988.93
	AREA: 11.7758 ha.			



UBICACION:
ESTADO: SONORA
MUNICIPIO: ALAMOS
LOCALIDAD: PIEDRAS VERDES

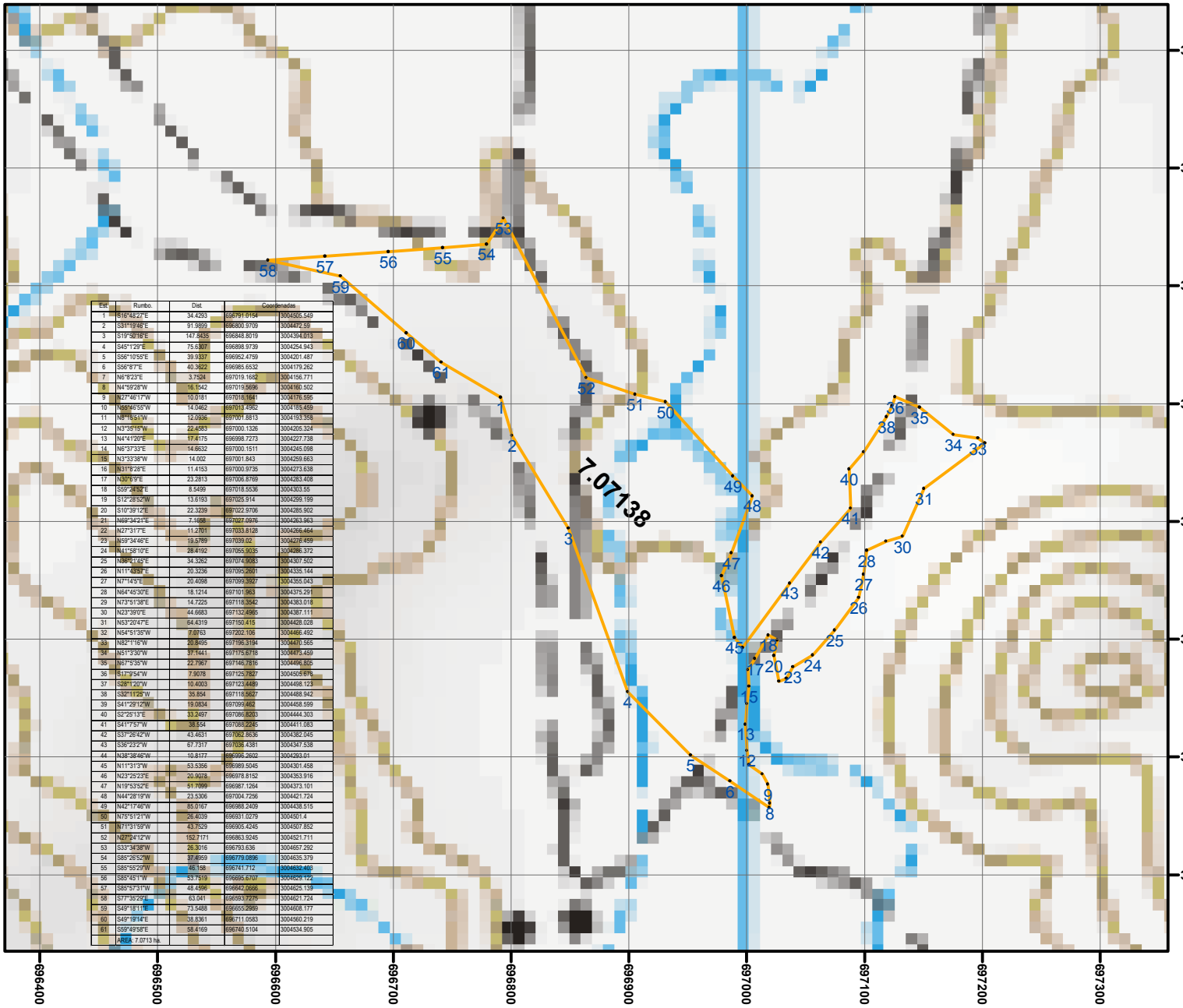


AREA_CHIRAHUAL_CUS_2017

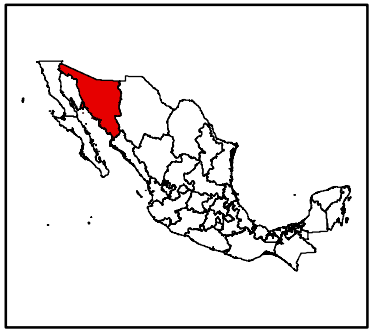
PORCION DE CARTA TOPOGRAFICA
G12B46 (CONICARIT) INEGI ITRF92

ESCALA: 1:5,000

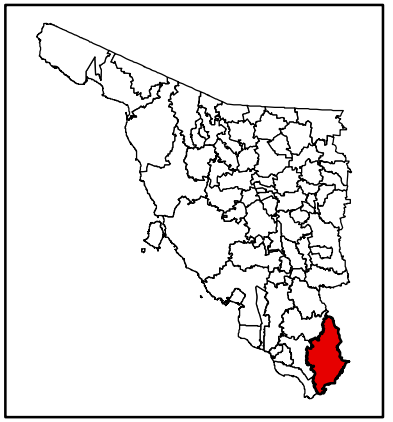
LOCALIZACION AREAS PECUARIAS Y PRADERAS DE BUFFEL CUS 2017



Est.	Rumbo.	Dist.	Coordenadas	
1	S16°48'27"E	34.4293	696791.6154	3004505.549
2	S31°19'46"E	91.9899	696800.9709	3004472.59
3	S19°50'16"E	147.8435	696848.8019	3004394.013
4	S45°1'29"E	75.6307	696898.9739	3004254.943
5	S56°10'55"E	39.9337	696952.4759	3004201.487
6	S56°8'7"E	40.3622	696985.6532	3004179.262
7	N6°8'23"E	3.7524	697019.1682	3004156.771
8	N4°59'28"W	16.1542	697019.5696	3004160.502
9	N27°46'17"W	10.0181	697018.1641	3004176.595
10	N69°45'55"W	14.0462	697013.4962	3004185.459
11	N8°18'51"W	12.0936	697001.8813	3004193.358
12	N3°35'15"W	22.4583	697000.1326	3004205.324
13	N4°41'20"E	17.4175	696998.7273	3004227.738
14	N6°37'33"E	14.6632	697000.1511	3004245.098
15	N3°33'38"W	14.002	697001.843	3004259.663
16	N31°8'28"E	11.4153	697000.9735	3004273.638
17	N30°6'9"E	23.2813	697006.8769	3004283.408
18	S59°24'52"E	8.5499	697018.5536	3004303.55
19	S12°28'52"W	13.6193	697025.914	3004299.199
20	S10°39'12"E	22.3239	697022.9706	3004285.902
21	N69°34'21"E	7.1658	697027.0976	3004263.963
22	N27°31'7"E	11.2701	697033.8128	3004266.464
23	N59°34'46"E	19.5789	697039.02	3004276.459
24	N41°58'10"E	28.4192	697055.9035	3004286.372
25	N89°2'45"E	34.3262	697074.9083	3004307.502
26	N11°4'57"E	20.3236	697095.2601	3004335.144
27	N7°14'5"E	20.4098	697099.3927	3004355.043
28	N64°45'30"E	18.1214	697101.963	3004375.291
29	N73°51'38"E	14.7225	697118.3542	3004383.018
30	N23°39'0"E	44.6683	697132.4965	3004387.111
31	N53°20'47"E	64.4319	697150.415	3004428.028
32	N54°51'35"W	7.0763	697202.106	3004466.492
33	N82°1'16"W	20.8495	697196.3194	3004470.565
34	N51°3'30"W	37.1441	697175.6718	3004479.459
35	N67°5'35"W	22.7967	697146.7816	3004496.805
36	S17°9'54"W	7.9078	697125.7827	3004505.678
37	S28°1'20"W	10.4003	697123.4489	3004498.123
38	S32°11'25"W	35.854	697118.5627	3004488.942
39	S41°29'12"W	19.0834	697099.462	3004458.599
40	S2°25'13"E	33.2497	697086.8203	3004444.303
41	S41°7'57"W	38.554	697088.2245	3004411.083
42	S37°26'42"W	43.4631	697062.8636	3004382.045
43	S36°23'2"W	67.7317	697038.4381	3004347.538
44	N38°38'46"W	10.8177	696996.2602	3004293.01
45	N11°31'3"W	53.5356	696989.5045	3004301.458
46	N23°25'23"E	20.9078	696978.8152	3004353.916
47	N19°53'52"E	51.7099	696987.1264	3004373.101
48	N44°28'19"W	23.5306	697004.7256	3004421.724
49	N42°17'46"W	85.0167	696988.2409	3004438.515
50	N75°51'21"W	26.4039	696931.0279	3004501.4
51	N71°31'59"W	43.7529	696905.4245	3004507.852
52	N27°24'12"W	152.7171	696863.9245	3004521.711
53	S33°34'38"W	26.3016	696793.636	3004657.292
54	S85°26'52"W	37.4959	696779.0896	3004635.379
55	S85°55'29"W	46.158	696741.712	3004632.469
56	S85°45'1"W	53.7519	696695.6707	3004629.122
57	S85°57'31"W	48.4586	696642.0686	3004625.119
58	S77°35'25"E	63.041	696553.7275	3004621.724
59	S49°18'11"E	73.5488	696655.2959	3004608.177
60	S49°19'14"E	38.8361	696711.0583	3004560.219
61	S59°49'58"E	58.4169	696740.5104	3004534.905
	AREA: 7.0713 ha.			



UBICACION:
ESTADO: SONORA
MUNICIPIO: ALAMOS
LOCALIDAD: PIEDRAS VERDES

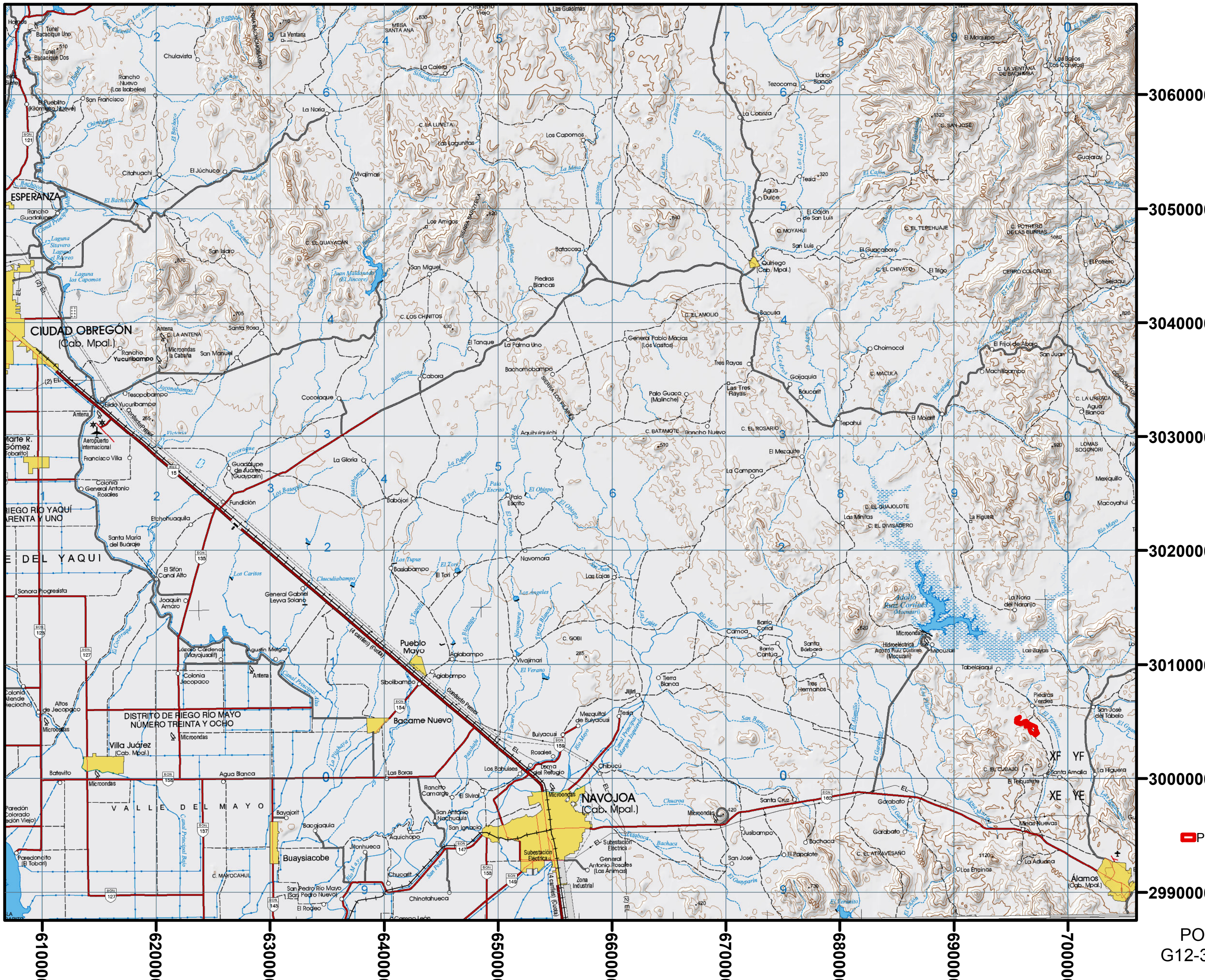


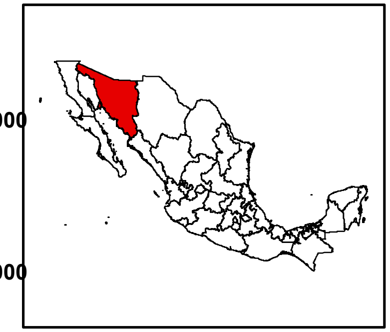
AREA_PECUARIAS_Y_PRADERAS_DE_BUFFEL_CUS_2017

PORCION DE CARTA TOPOGRAFICA
G12B46 (CONICARIT) INEGI ITRF92

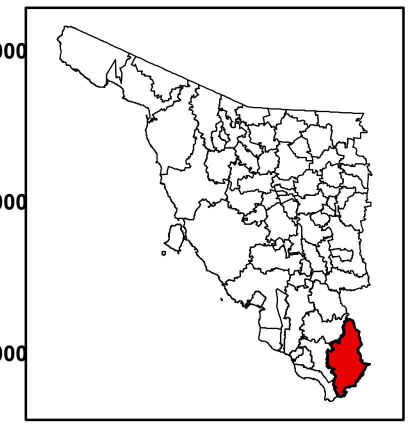
ESCALA: 1:5,000

MACROLOCALIZACION PROYECTO "PRESA DE JALES II SEGUNDA ETAPA"





UBICACION:
ESTADO: SONORA
MUNICIPIO: ALAMOS
LOCALIDAD: CERRO CHATO

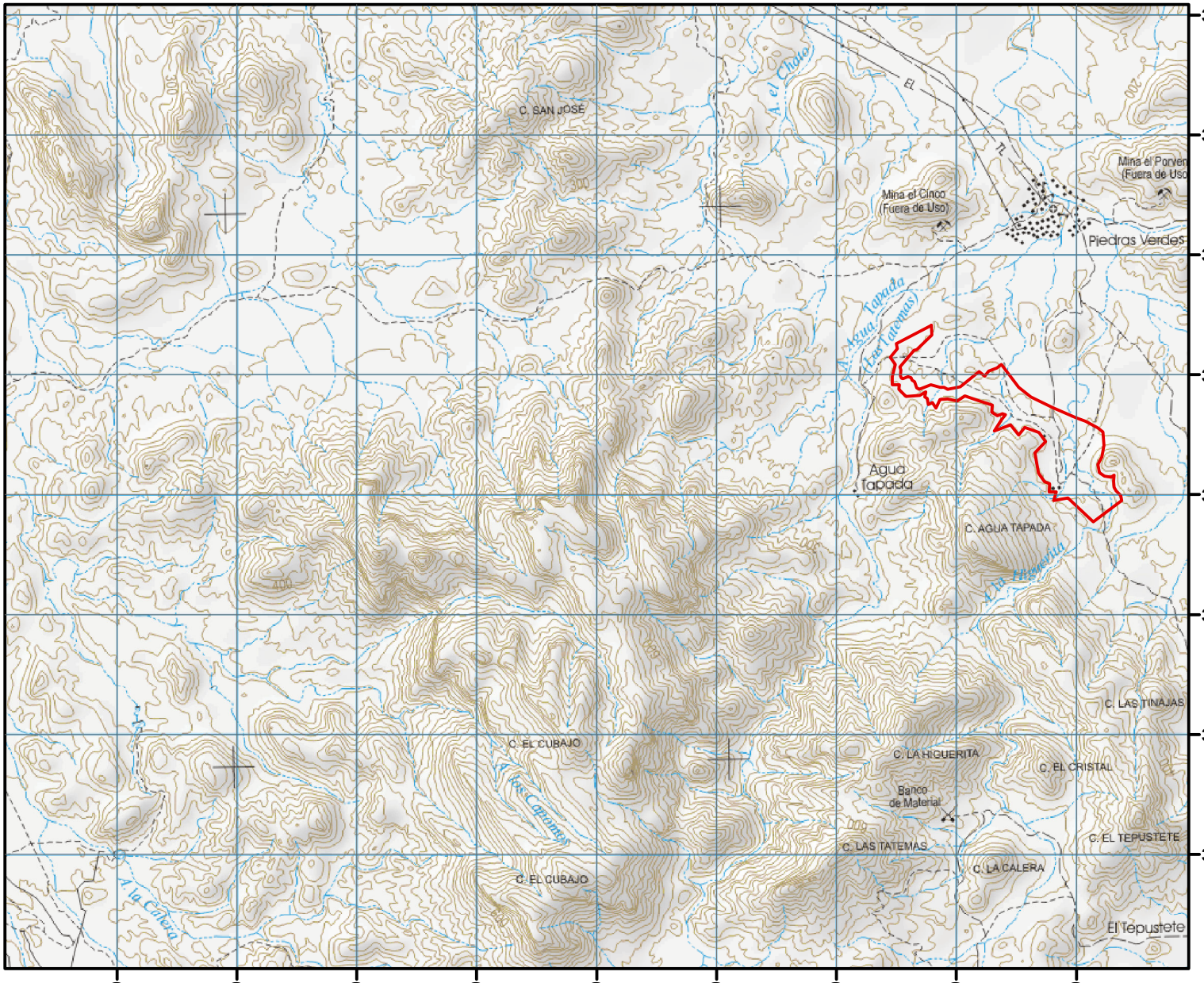


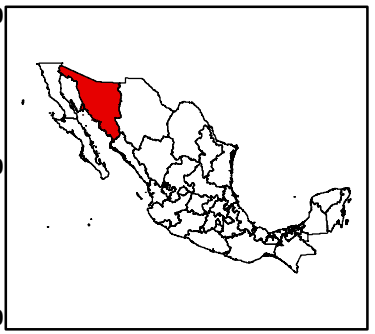
PRESA_DE_JALES_II_SEGUNDA_ETAPA_ITRF92

PORCION DE CARTA TOPOGRAFICA
G12-3 (CIUDAD OBREGON) INEGI ITRF92

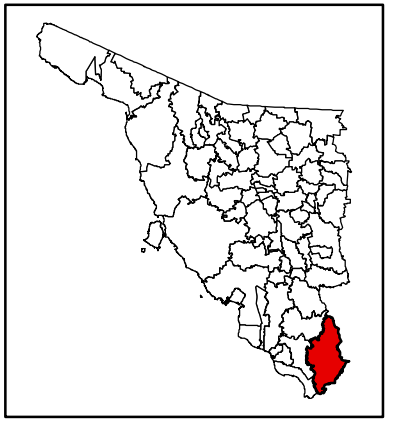
ESCALA: 1:500,000

MICROLOCALIZACION PROYECTO "PRESA DE JALES II SEGUNDA ETAPA"





UBICACION:
ESTADO: SONORA
MUNICIPIO: ALAMOS
LOCALIDAD: PIEDRAS VERDES

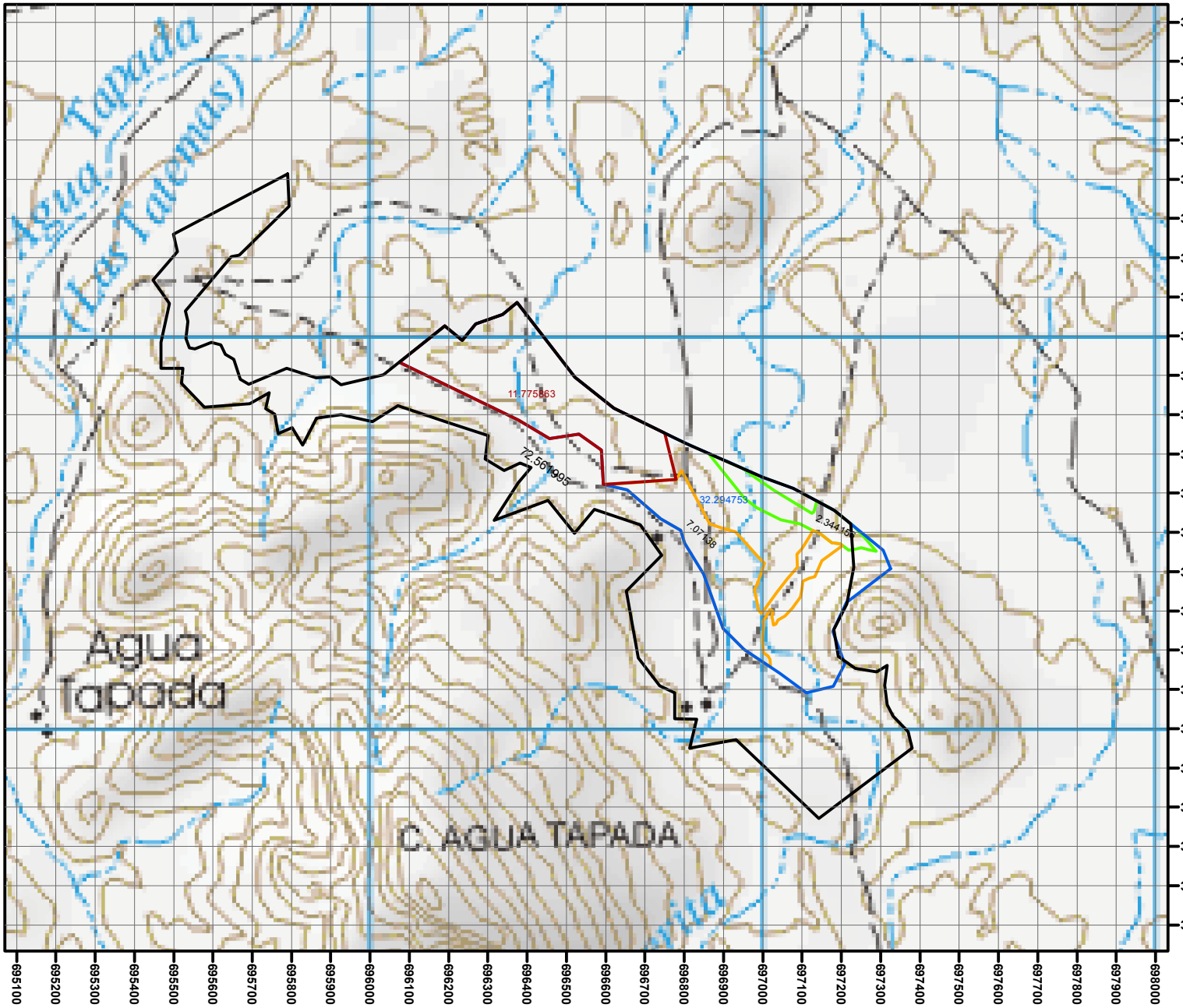


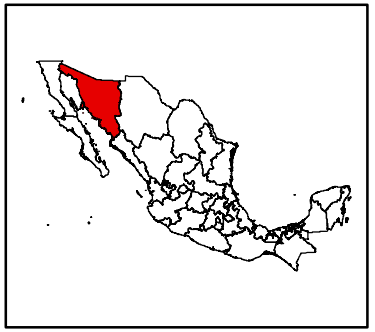
PRESA_DE_JALES_II_SEGUNDA_ETAPA_ITRF92

PORCION DE CARTA TOPOGRAFICA
G12B46 (CONICARIT) INEGI ITRF92

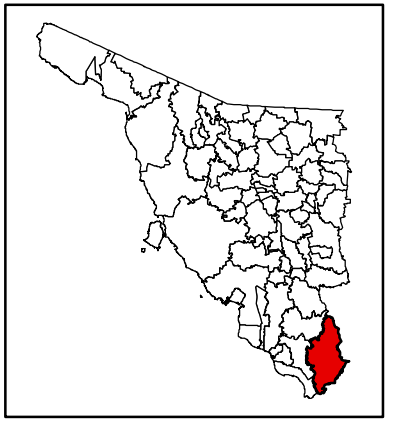
ESCALA: 1:50,000

LOCALIZACION PROYECTO "PRESA DE JALES II SEGUNDA ETAPA"





UBICACION:
ESTADO: SONORA
MUNICIPIO: ALAMOS
LOCALIDAD: PIEDRAS VERDES



PRESA_DE_JALES_II_SEGUNDA_ETAPA_ITRF92
AREA_CHIRAHUAL_CUS_2017
AREA_SOLICITADA_CUS_2017
AREA_PECUARIAS_Y_PRADERAS_DE_BUFFEL_CUS_2017
AREA_OBRAS_DE_CONSTRUCCION_Y_CAMINOS_CUS_2017

PORCION DE CARTA TOPOGRAFICA
G12B46 (CONICARIT) INEGI ITRF92

ESCALA: 1:15,000

CLARVI Laboratorios

Líderes en Muestreo y Análisis

INFORME DE PRUEBAS

No. de muestra:	14-306/1-1	No. Informe de pruebas:	IP-1401468
Fecha de recepción:	26 de marzo de 2014	Fecha de emisión:	16 de mayo de 2014

Cliente: Bi Metals México, S. de R. L. de C. V.
Domicilio: Jiménez No. 207, Col. Juárez, Navojoa, Sonora, México
Tel/Fax: 01 (642) 421 33 84
Contacto: Ing. Rafael Jiménez

DATOS DE IDENTIFICACIÓN:

Identificación de la muestra:
Lodos

Punto exacto de muestreo:
Descarga de lodos a presa de jales, de Bi Metals México.

Dirección:
Domicilio Conocido Piedras Verdes, Álamos, Son.

Método de muestreo:	**Matriz:**
NA	Lodos

NOTA: En caso de que el muestreo haya sido realizado por personal ajeno a CLARVI Laboratorios, los datos registrados en este recuadro, así como los resultados de campo, han sido proporcionados por el cliente, por lo cual se responsabiliza de la veracidad de los mismos.

RESULTADOS DE CAMPO:

Tipo de muestreo:	**Responsable de muestreo y datos de campo:**	**Muestreador:**	**Plan de muestreo:**
Simple	CLARVI Laboratorios	Felipe Herrera López	14-306/1

Fecha	**Hora**	**Temperatura Ambiental °C**	**Temperatura del agua °C**	**pH**
25 mzo. 2014	16:00	NA	NA	NA
	Promedio:	NA	NA	NA
	Método:	-----	-----	-----
	U:	-----	-----	-----

Método de medición del flujo:	**Gráfica de comportamiento:**
NA	NA

INFORME DE PRUEBAS

No. de muestra:	14-306/1-1	No. Informe de pruebas:	IP-1401468
Fecha de recepción:	26 de marzo de 2014	Fecha de emisión:	16 de mayo de 2014

RESULTADOS DE LABORATORIO:

PARÁMETRO/UNIDADES	RESULTADO	D	U	LMP[1]	MÉTODO	FECHA	ANALIZÓ
APARIENCIA:							
Estado físico	Sólido	-----	-----	-----	-----	140414	(2)
Descripción física	Lodo	-----	-----	-----	-----	140414	(2)
Color	Café rojizo opaco	-----	-----	-----	-----	140414	(2)
Olor	Inodoro	-----	-----	-----	-----	140414	(2)
No. FASES (SOLO EN LÍQUIDOS):							
Acuosa (% v/v)	No aplica	-----	-----	-----	-----	140414	(2)
Orgánica (% v/v)	No aplica	-----	-----	-----	-----	140414	(2)
Sólida (% v/v)	No aplica	-----	-----	-----	-----	140414	(2)
COMPOSICIÓN FÍSICA:							
Sólidos húmedos (% p/p)	100	-----	-----	-----	-----	140414	(2)
Líquido drenado (% p/p)	No presenta	-----	-----	-----	-----	140414	(2)
CORROSIVIDAD:							
Muestras líquidas acuosas: pH Directo	No aplica	-----	-----	Mayor a 2,0 U de pH Menor a 12,5 U de pH	EPA-9040C-2004	140414	(2)
Muestras sólidas: pH Dispersión acuosa (1:1 p/p)	9,19	-----	-----	Mayor a 2,0 U de pH Menor a 12,5 U de pH	EPA-9045D-2004	140414	(2)
Corrosividad al acero: Solo líquidos orgánicos	No aplica	-----	-----	Menor a 6,35 mm/año	EPA-1110A-2004	140414	(2)
REACTIVIDAD:							
Es un líquido o sólido que después de ponerse en contacto con el aire se inflama en un tiempo menor a 5 minutos, sin que exista una fuente externa de ignición	Negativo	-----	-----	-----	TA-159/3,0 con base NOM-052-SEMARNAT-2005	140414	(2)
Cuando se pone en contacto con el agua reacciona espontáneamente y genera gases inflmamables en una cantidad mayor de 1L por Kg de residuo por hora	No reacciono	-----	-----	-----	NOM-052-SEMARNAT-2005	140414	(2)
Es un residuo que en contacto con el aire y sin una fuente de energía suplementaria genera caloror a 5 minutos, sin que exista una fuente externa de ignición	No reacciono	-----	-----	-----	TA-159/3,0 con base NOM-052-SEMARNAT-2005	140414	(2)
Cianuros reactivos (mg/Kg B.H.)	< 23,0	-----	-----	250[3]	EPA-9014-1996 SW846 7.3 3.2-1994	140414	(2)
Sulfuros reactivos (mg/Kg B.H.)	< 16,2	-----	-----	500[3]	EPA-9034-1996 SW846 7.3 4.2-1994	140414	(2)
INFLAMABILIDAD: (Para líquidos)							
Punto de inflamación (°C) (Líquidos o mezclas de líquidos)	No aplica	-----	-----	> 60,5 °C	ASTM-D-93-07/EPA-1010-2004	140414	(2)
Alcohol etílico /% v/v)	No aplica	-----	-----	24 % v/v	EPA-8260B-1996	140414	(2)
INFLAMABILIDAD: (Para sólidos)							
Es capaz de causar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos a 25°C	Negativo	-----	-----	-----	EPA-1030-1996	140414	(2)
TOXICIDAD AL AMBIENTE POR LA CONCENTRACIÓN DE COMPUESTOS EN EL EXTRACTO PECT:							
Lixiviación de volátiles	Realizada	-----	-----	-----	NOM-053-SEMARNAT-1993	140414	(2)
Lixiviación de semivolátiles	Realizada	-----	-----	-----	NOM-053-SEMARNAT-1993	140414	(2)
Extracción de semivolátiles	Realizada	-----	-----	-----	EPA-3510C-1996	140414	(2)
Extracción de herbicidas	Realizada	-----	-----	-----	EPA-3510C-1996/ EPA-8321B 2000M	140414	(2)
Digestión de metales	Realizada	-----	-----	-----	EPA-3015-1996	140414	(2)
CONSTITUYENTES INORGÁNICOS (METALES):						140414	(2)
Arsénico (mg/L)	< 0,0084	-----	-----	5,0	EPA-6010B-1996	140414	(2)
Bario (mg/)	0,4198	-----	-----	100	EPA-6010B-1996	140414	(2)
Cadmio (mg/L)	0,0080	-----	-----	1,0	EPA-6010B-1996	140414	(2)
Cromo (mg/L)	< 0,1354	-----	-----	5,0	EPA-6010B-1996	140414	(2)
Mercurio (mg/L)	0,0004	-----	-----	0,2	EPA-7471A-1995	140414	(2)
Plata (mg/L)	0,0152	-----	-----	5,0	EPA-6010B-1996	140414	(2)
Plomo (mg/L)	< 0,0045	-----	-----	5,0	EPA-6010B-1996	140414	(2)
Selenio (mg/L)	< 0,0042	-----	-----	1,0	EPA-6010B-1996	140414	(2)

CLARVI Laboratorios | Líderes en Muestreo y Análisis

INFORME DE PRUEBAS

No. de muestra:	14-306/1-1	No. Informe de pruebas:	IP-1401468
Fecha de recepción:	26 de marzo de 2014	Fecha de emisión:	16 de mayo de 2014

RESULTADOS DE LABORATORIO:

PARÁMETRO/UNIDADES	RESULTADO	D	U	LMP[1]	MÉTODO	FECHA	ANALIZÓ
CONSTITUYENTES ORGÁNICOS VOLÁTILES:							
Benceno (mg/L)	< 0,00060	.....	.....	0,5	EPA 8260B-1996	140414	(2)
Clorobenceno (mg/L)	< 0,00103	.....	.....	100	EPA 8260B-1996	140414	(2)
Cloroformo (mg/L)	< 0,00071	.....	.....	6	EPA 8260B-1996	140414	(2)
Cloruro de vinilo (mg/L)	< 0,00103	.....	.....	0,2	EPA 8260B-1996	140414	(2)
1,4 Diclorobenceno (mg/L)	< 0,00069	.....	.....	7,5	EPA 8260B-1996	140414	(2)
1,2 Dicloroetano (mg/L)	< 0,00089	.....	.....	0,5	EPA 8260B-1996	140414	(2)
1,1 Dicloroetileno (mg/L)	< 0,00066	.....	.....	0,7	EPA 8260B-1996	140414	(2)
Metil Etil Cetona (mg/L)	< 0,00065	.....	.....	200	EPA 8260B-1996	140414	(2)
Tetracloroetileno (mg/L)	< 0,00061	.....	.....	0,7	EPA 8260B-1996	140414	(2)
Tetracloruro de Carbono (mg/L)	< 0,00056	.....	.....	0,5	EPA 8260B-1996	140414	(2)
Tricloroetileno (mg/L)	< 0,00088	.....	.....	0,5	EPA 8260B-1996	140414	(2)
CONSTITUYENTES ORGÁNICOS SEMIVOLÁTILES:							
Ácido 2,4-Diclorofenoxiacetico (mg/L)	< 0,64270	.....	.....	10	EPA 8321A-1996	140414	(2)
Ácido 2,4,5-Triclorofenoxipropionico (silvex) (mg/L)	< 0,0396	.....	.....	1	EPA 8321A-1996	140414	(2)
Clordano (mg/L)	< 0,00055	.....	.....	0,03	EPA 8270D-1998	140414	(2)
o-CRESOL (mg/L)	< 0,00053	.....	.....	200	EPA 8270D-1998	140414	(2)
m y p-CRESOL (mg/L)	< 0,00104	.....	.....	200	EPA 8270D-1998	140414	(2)
CRESOL (mg/L)	< 0,00053	.....	.....	200	EPA 8270D-1998	140414	(2)
2,4-Dinitrotolueno (mg/L)	< 0,00057	.....	.....	0,13	EPA 8270D-1998	140414	(2)
Endrin (mg/L)	< 0,00057	.....	.....	0,02	EPA 8270D-1998	140414	(2)
Heptacloro (mg/L)	< 0,00053	.....	.....	0,008	EPA 8270D-1998	140414	(2)
Heptacloro Epóxido (mg/L)	< 0,00063	.....	.....	0,008	EPA 8270D-1998	140414	(2)
Hexaclorobenceno (mg/L)	< 0,00055	.....	.....	0,13	EPA 8270D-1998	140414	(2)
Hexaclorobutadieno (mg/L)	< 0,00058	.....	.....	0,5	EPA 8270D-1998	140414	(2)
Hexacloroetano (mg/L)	< 0,00059	.....	.....	3	EPA 8270D-1998	140414	(2)
Lindano (mg/L)	< 0,00053	.....	.....	0,4	EPA 8270D-1998	140414	(2)
Metoxicloro (mg/L)	< 0,00055	.....	.....	10	EPA 8270D-1998	140414	(2)
Nitrobenceno (mg/L)	< 0,0006	.....	.....	2	EPA 8270D-1998	140414	(2)
Pentaclorofenol (mg/L)	< 0,00052	.....	.....	100	EPA 8270D-1998	140414	(2)
Piridina (mg/L)	< 0,00058	.....	.....	5	EPA 8270D-1998	140414	(2)
Toxafeno (mg/L)	< 0,00188	.....	.....	0,5	EPA 8270D-1998	140414	(2)
2,4,5-Triclorofenol (mg/L)	< 0,00053	.....	.....	400	EPA 8270D-1998	140414	(2)
2,4,6-Triclorofenol (mg/L)	< 0,00059	.....	.....	2	EPA 8270D-1998	140414	(2)

PARÁMETROS QUE SE ANALIZAN A PARTIR DE LAS MUESTRAS SIMPLES:

PARÁMETRO/UNIDADES	NO. DE MUESTRA SIMPLE					
	1	2	3	4	5	6
NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

CLARVI Laboratorios

Líderes en Muestreo y Análisis

INFORME DE PRUEBAS

No. de muestra:	14-306/1-1	No. Informe de pruebas:	IP-1401468
Fecha de recepción:	26 de marzo de 2014	Fecha de emisión:	16 de mayo de 2014

NOTAS DE ACLARACIÓN, CLAVES Y ABREVIATURAS:

Este informe representa únicamente a la muestra descrita en el mismo y no podrá reproducirse total o parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio, así mismo, en caso de haberse requerido, las muestras fueron preservadas según el procedimiento interno PR-TC-07.

A	Parámetro acreditado ante ema, a.c.
B	Parámetro aprobado por CNA
C	Parámetro no acreditado/aprobado ante la ema y CNA
D	Media aritmética
E	Media geométrica
F	Media ponderada al caudal
G	Análisis realizado a la muestra compuesta
H	Incluye Nitrógeno orgánico, amoniacal y de nitratos + nitritos.
I	Método correspondiente a la última versión publicada
J	Menor al límite de cuantificación

D	Dilución, expresada como porcentaje de muestra analizada
LMP	Límite máximo permisible
mg/L	Miligramos por litro
mL/L	Mililitros por litro
NA	No aplica
ND	No detectado
NMP	Número más probable
NMX	Norma Mexicana
NR	No reportó
UNT	Unidades Nefelométricas de Turbiedad
U	Incertidumbre, expresada como %, excepto cuando se indique lo contrario
FECHA	Fecha en que concluyó la prueba, expresada AAMMDD (año, mes y día)

Reg. E.M.A. No. AG-022-005/12 (Rama: Agua) Vigencia a partir de 02 de mayo de 2012

Reg. C.N.A. No. CNA-GCA-928

(1) NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

(2) Analizado en otro laboratorio acreditado.

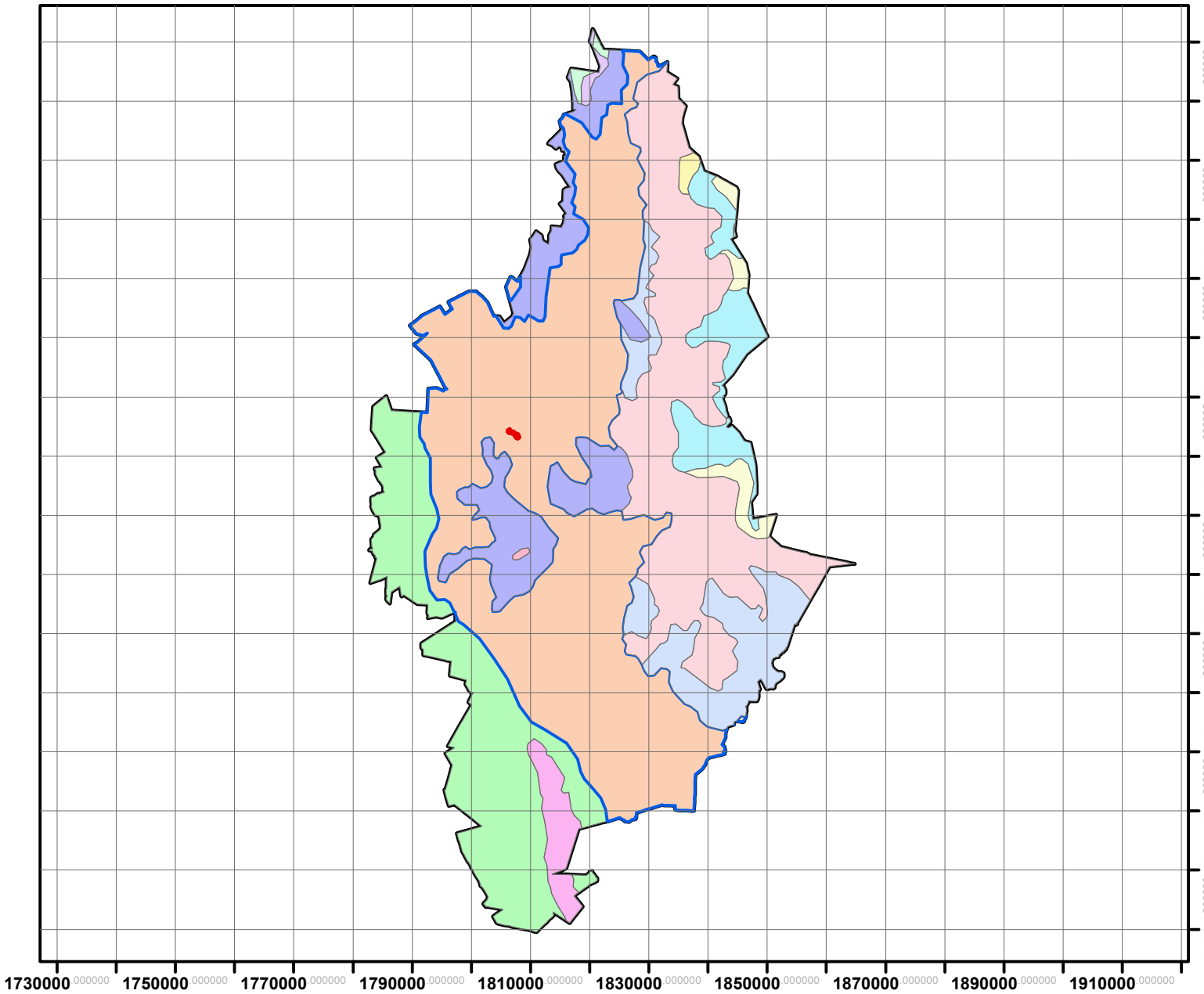
(3) LMP: mg/Kg B.H.

Ramón Gabriel Blanco Sánchez
Gerente de CLARVI Laboratorios

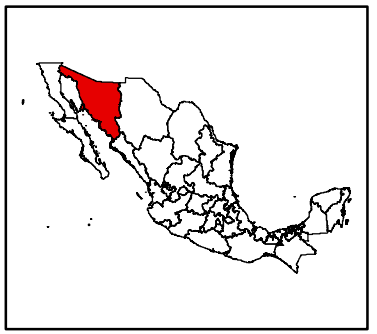
RG-TC-39

APENDICE 4

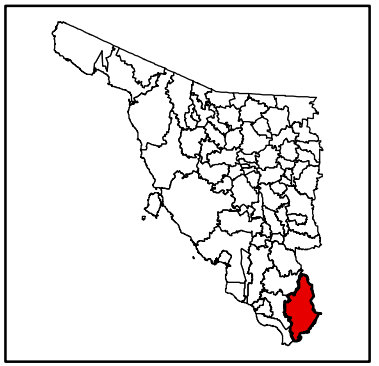
CLIMAS



NOMBRE DEL PROYECTO:
"PRESA DE JALES II SEGUNDA ETAPA"



UBICACION:
ESTADO: SONORA
MUNICIPIO: ALAMOS
LOCALIDAD: PIEDRAS VERDES



MUNICIPIO DE ALAMOS
PRESA_DE_JALES_II_SEGUNDA_ETAPA

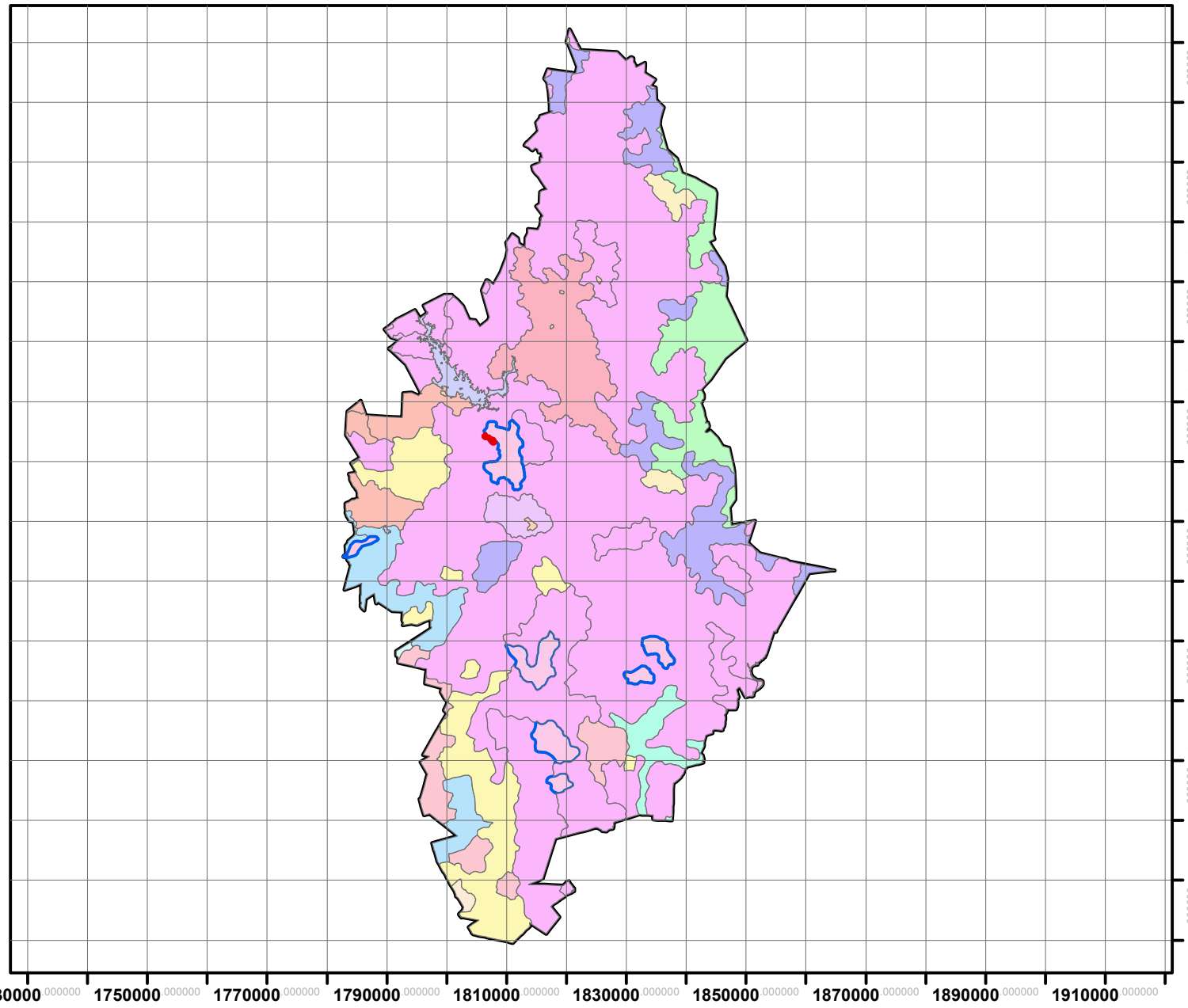
CLAVE

(A)C(w0)	(A)C(w1)	BS0hw	BS1kw	C(w1)
(A)C(w0)(x')	Aw0	BS1(h')hw	C(w0)	
	BS0(h')hw	BS1hw	C(w0)(x')	

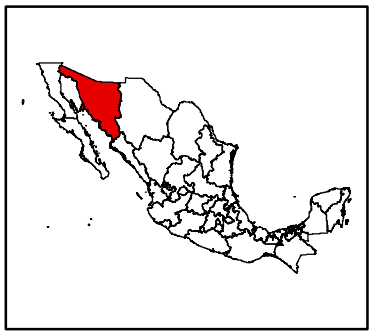
PROYECCION CONICA
CONFORME DE LAMBERT
(INEGI)

ESCALA: 1:1,000,000

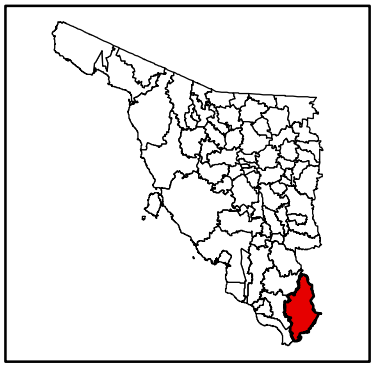
VEGETACION



NOMBRE DEL PROYECTO:
"PRESA DE JALES II SEGUNDA ETAPA"



UBICACION:
ESTADO: SONORA
MUNICIPIO: ALAMOS
LOCALIDAD: PIEDRAS VERDES



MUNICIPIO DE ALAMOS
PRESA_DE_JALES_II_SEGUNDA_ETAPA

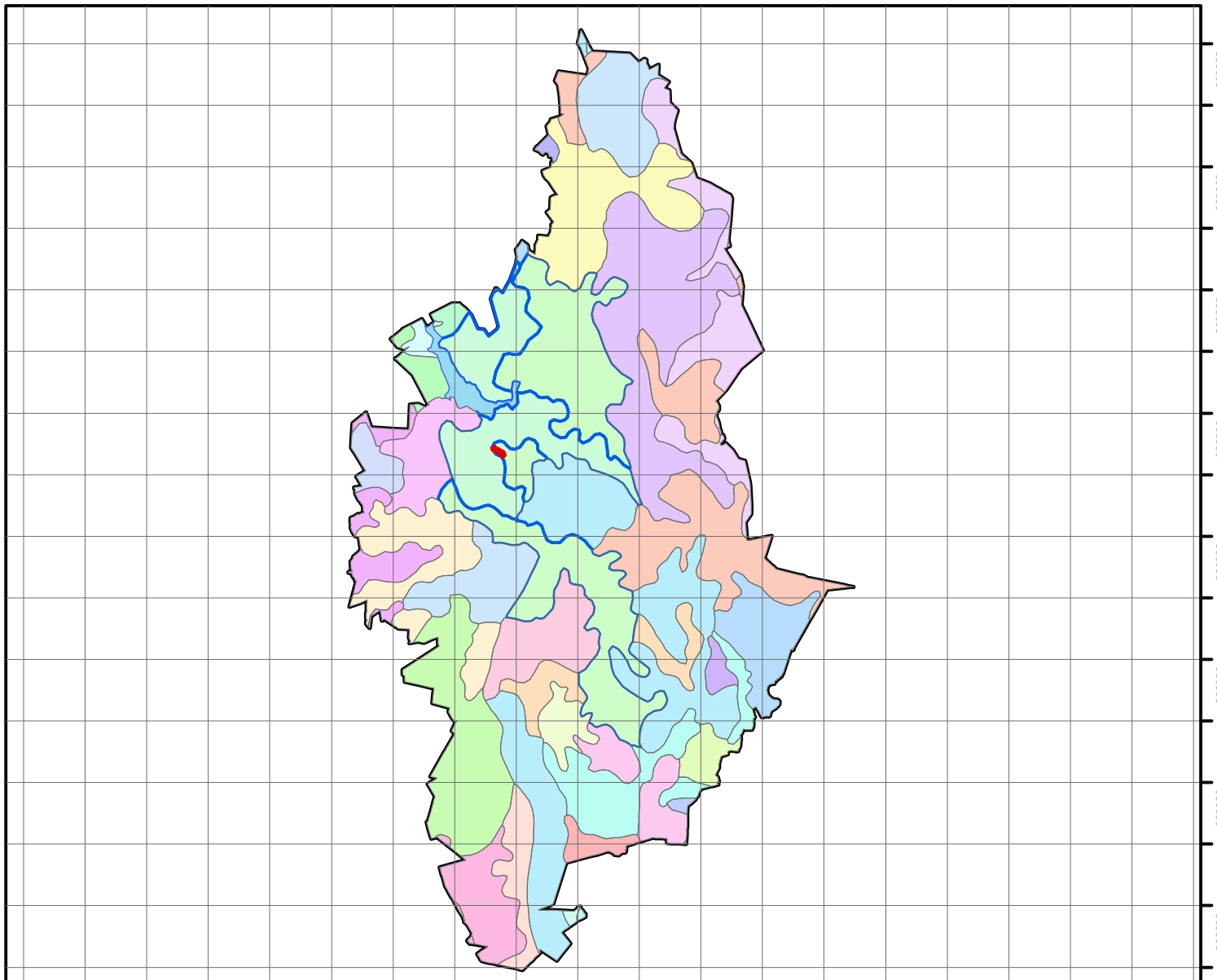
PROYECCION CONICA
CONFORME DE LAMBERT
(INEGI)

TIPO

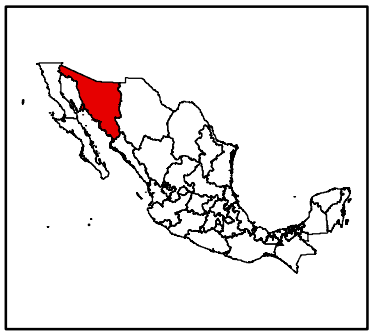
- Agricultura de Riego
- Agricultura de Temporal
- Agricultura de Temporal, Pastizal cultivado
- Agricultura de Temporal, Pastizal inducido
- Area Urbana
- Area sin vegetacion
- Bosque de Encino
- Bosque de Encino-Pino
- Bosque de Pino-Encino
- Cuerpo de Agua Perenne interior
- Matorral Sarcocaule
- Mezquital
- Pastizal Cultivado
- Pastizal Inducido
- Selva Baja Caducifolia
- Selva Baja Espinosa
- Vegetacion secundaria de Selva Baja Caducifolia, Agricultura de Temporal

ESCALA: 1:1,000,000

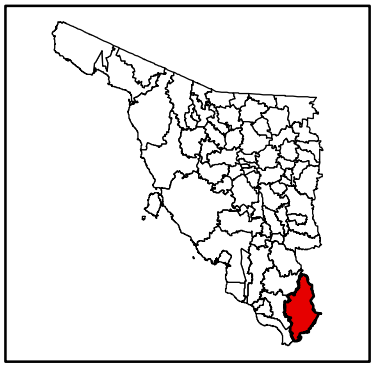
SUELOS



NOMBRE DEL PROYECTO:
"PRESA DE JALES II SEGUNDA ETAPA"



UBICACION:
ESTADO: SONORA
MUNICIPIO: ALAMOS
LOCALIDAD: PIEDRAS VERDES



MUNICIPIO DE ALAMOS
PRESA_DE_JALES_II_SEGUNDA_ETAPA

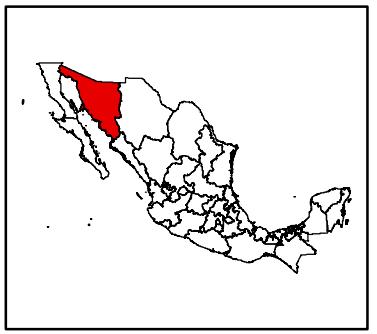
CLAVE								
Bc+I+Hh/2/L	Bc+Vc/2	H2O	I+Re+Vc/3	Re+Bc+I/2/L	Re+I+Vc/2/L	Re+Yh/2/G	Vc+Vp+Bc/2	
Bc+Lc+Re/2/L	Be+Hh+Xh/2/P	I+Hh+Re/2	I+Re/2	Re+Bc/2/L	Re+I/1/L	Re/1	Vc+Vp/3	
Bc+Lc+Vc/2/G	Be+Kh+Hc/2	I+Re+Hh/2	I+Vc+Hh/2	Re+Hh+I/2/L	Re+I/2/L	Re/2/L	Vc+Xk+Hh/2	
	Be+Re+Lo/2/L	I+Re+Vc/2	Re+Bc+Be/2/L	Re+I+Bc/2/L	Re+Rc+I/2/L	Vc+I/2/P	Yh+YI/2	
							YI+We+Yh/2/s	

PROYECCION CONICA
CONFORME DE LAMBERT
(INEGI)

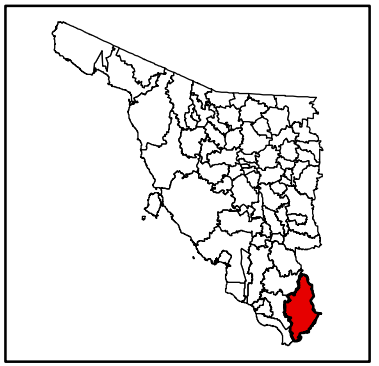
ESCALA: 1:1,000,000

PROVINCIAS FISIOGRAFICAS

NOMBRE DEL PROYECTO:
"PRESA DE JALES II SEGUNDA ETAPA"



UBICACION:
ESTADO: SONORA
MUNICIPIO: ALAMOS
LOCALIDAD: PIEDRAS VERDES



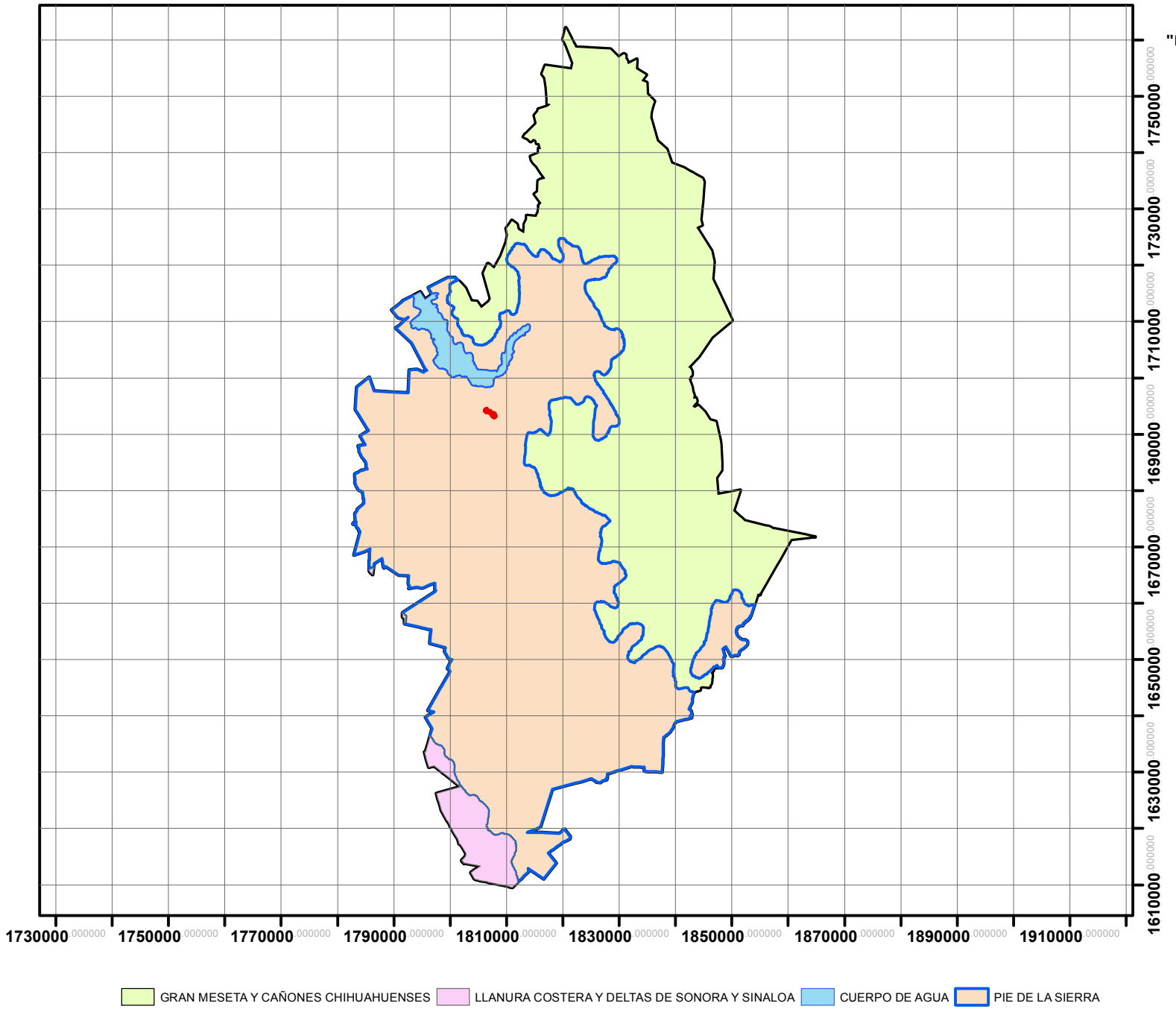
MUNICIPIO DE ALAMOS
PRESA_DE_JALES_II_SEGUNDA_ETAPA

PROYECCION CONICA
CONFORME DE LAMBERT
(INEGI)

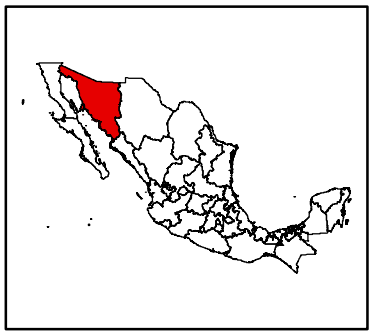
ESCALA: 1:1,000,000

LLANURA COSTERA DEL PACÍFICO
CUERPO DE AGUA
SIERRA MADRE OCCIDENTAL

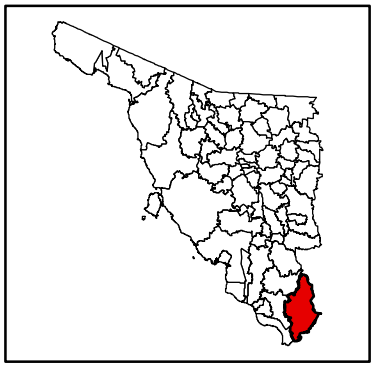
SUBPROVINCIAS FISIOGRAFICAS



NOMBRE DEL PROYECTO:
"PRESA DE JALES II SEGUNDA ETAPA"



UBICACION:
ESTADO: SONORA
MUNICIPIO: ALAMOS
LOCALIDAD: PIEDRAS VERDES

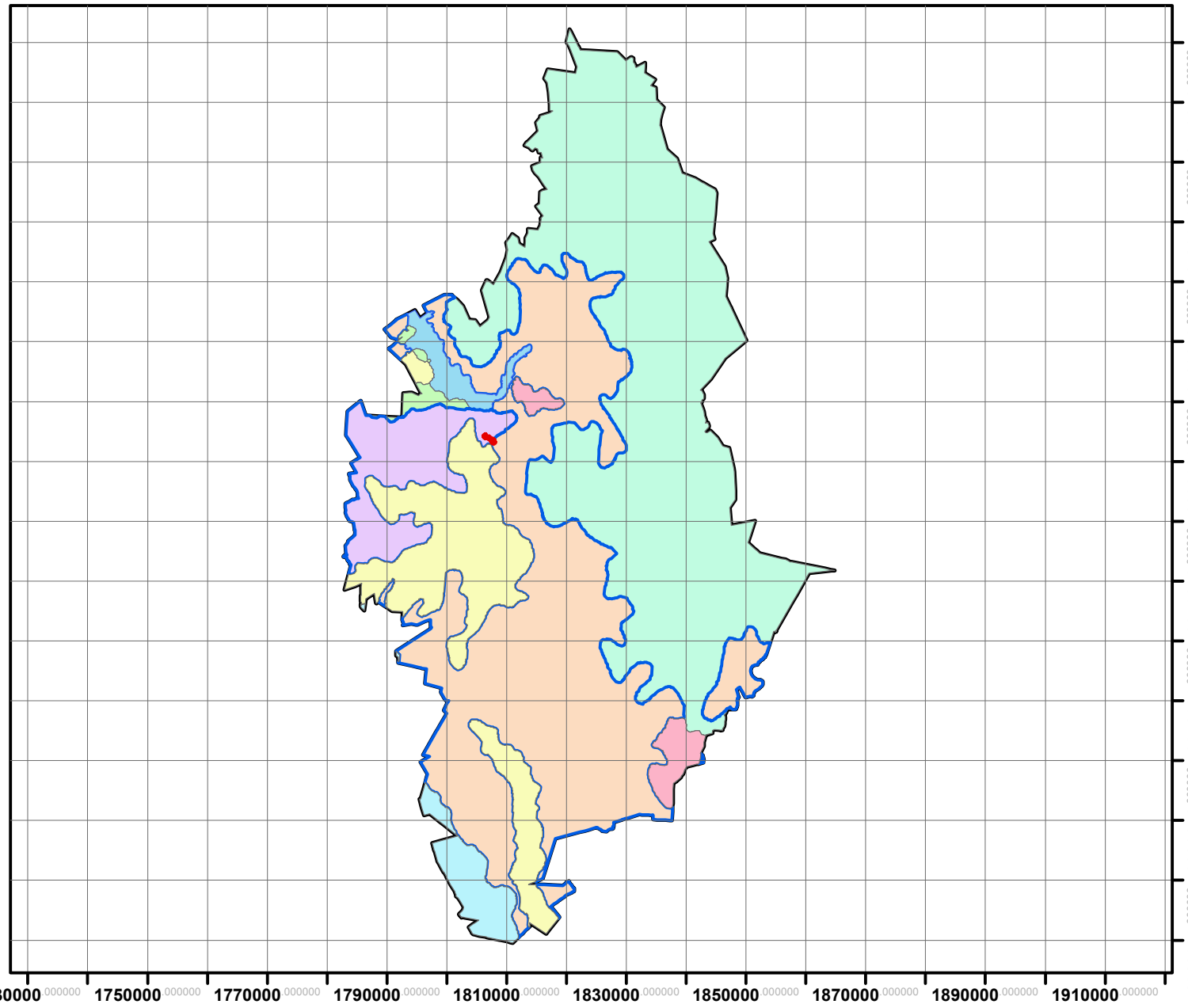


MUNICIPIO DE ALAMOS
PRESA_DE_JALES_II_SEGUNDA_ETAPA

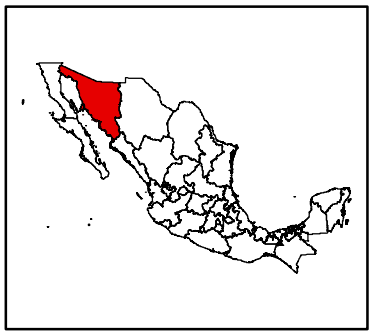
PROYECCION CONICA
CONFORME DE LAMBERT
(INEGI)

ESCALA: 1:1,000,000

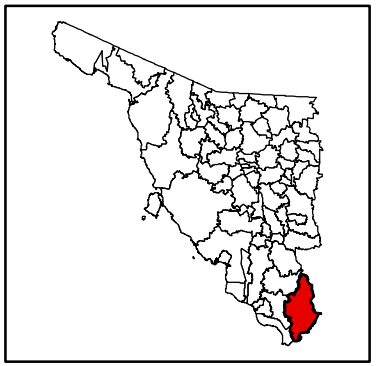
SISTEMA DE TOPOFORMAS



NOMBRE DEL PROYECTO:
"PRESA DE JALES II SEGUNDA ETAPA"



UBICACION:
ESTADO: SONORA
MUNICIPIO: ALAMOS
LOCALIDAD: PIEDRAS VERDES



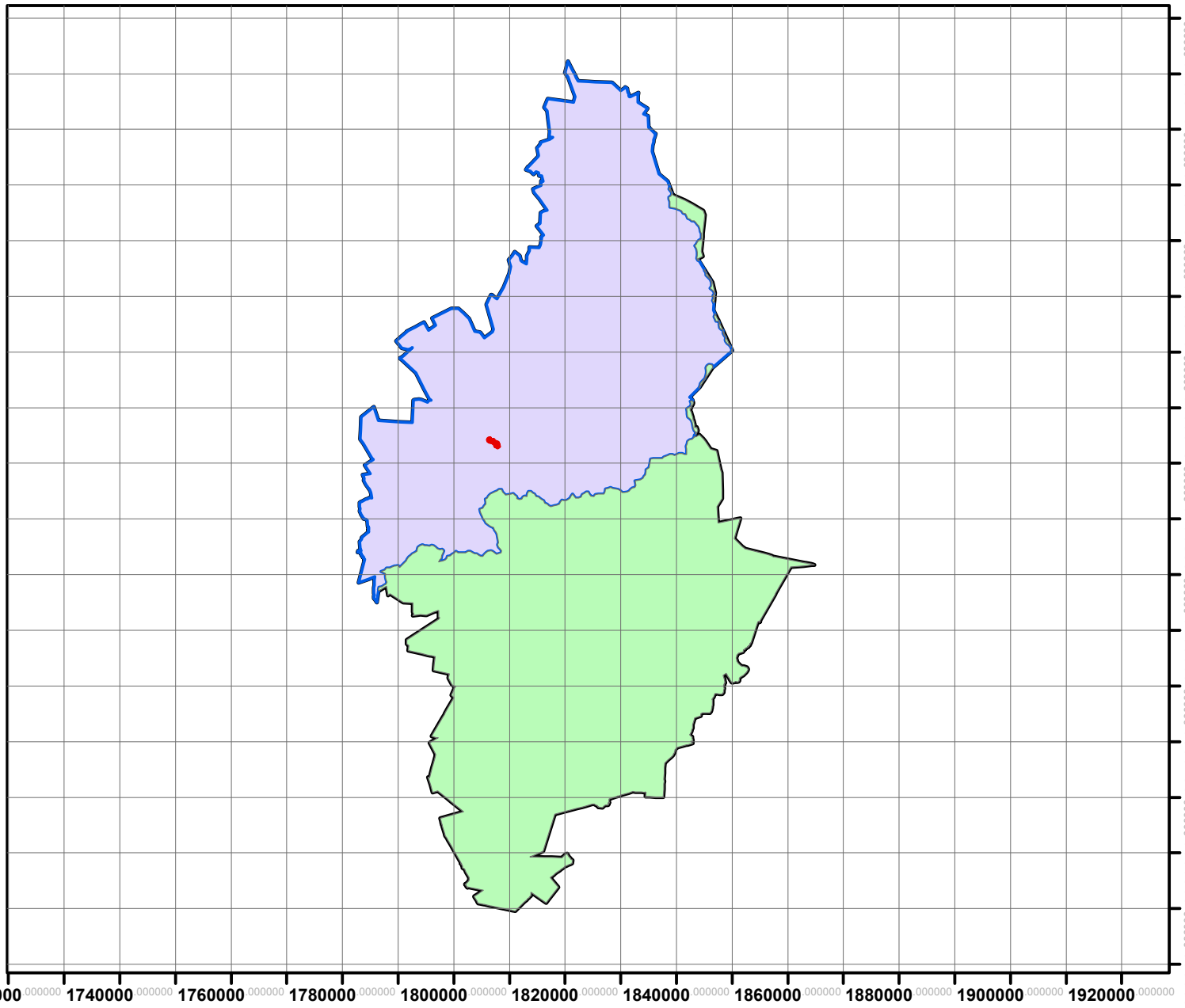
MUNICIPIO DE ALAMOS
PRESA_DE_JALES_II_SEGUNDA_ETAPA

BAJADA CON LOMERÍO
LOMERÍO CON VALLES
SIERRA ALTA
SIERRA BAJA
LLANURA COSTERA
CUERPO DE AGUA
SIERRA ALTA CON CAÑONES
VALLE ABIERTO DE MONTAÑA CON LOMERÍO

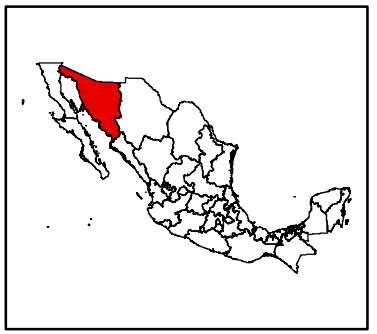
PROYECCION CONICA
CONFORME DE LAMBERT
(INEGI)

ESCALA: 1:1,000,433

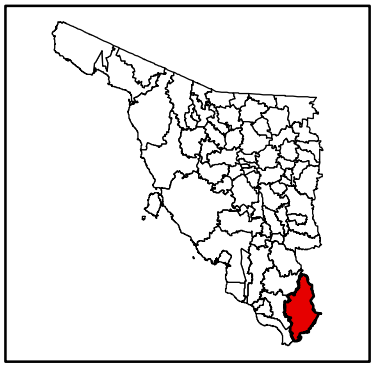
REGIONES HIDROLOGICAS



NOMBRE DEL PROYECTO:
"PRESA DE JALES II SEGUNDA ETAPA"



UBICACION:
ESTADO: SONORA
MUNICIPIO: ALAMOS
LOCALIDAD: PIEDRAS VERDES

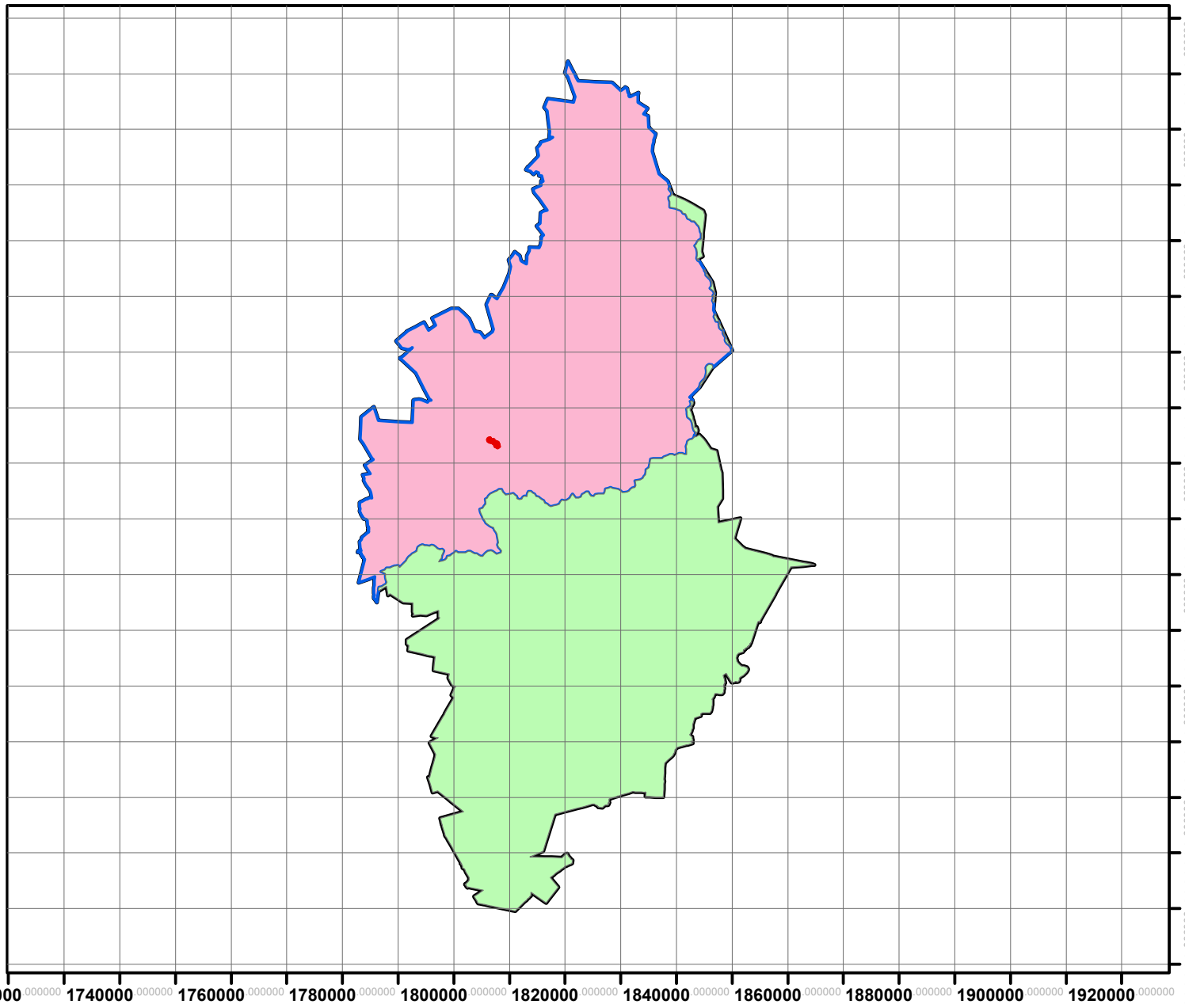


MUNICIPIO DE ALAMOS
PRESA_DE_JALES_II_SEGUNDA_ETAPA

PROYECCION CONICA
CONFORME DE LAMBERT
(INEGI)

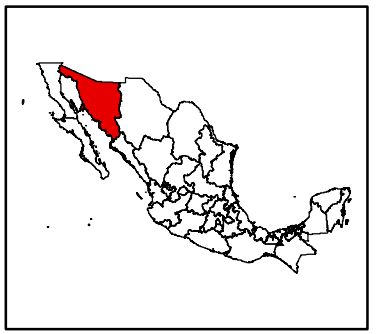
ESCALA: 1:1,076,265

SUBREGIONES HIDROLOGICAS

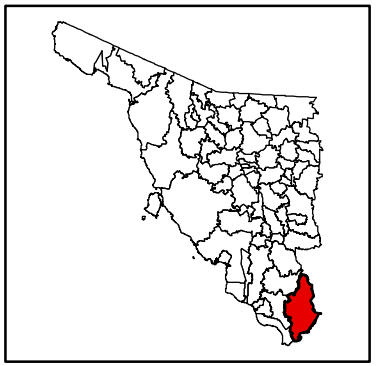


RÍO FUERTE RÍO MAYO

NOMBRE DEL PROYECTO:
"PRESA DE JALES II SEGUNDA ETAPA"



UBICACION:
ESTADO: SONORA
MUNICIPIO: ALAMOS
LOCALIDAD: PIEDRAS VERDES



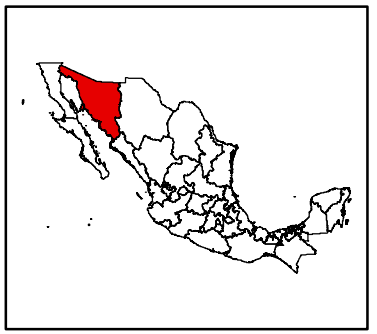
MUNICIPIO DE ALAMOS
PRESA_DE_JALES_II_SEGUNDA_ETAPA

PROYECCION CONICA
CONFORME DE LAMBERT
(INEGI)

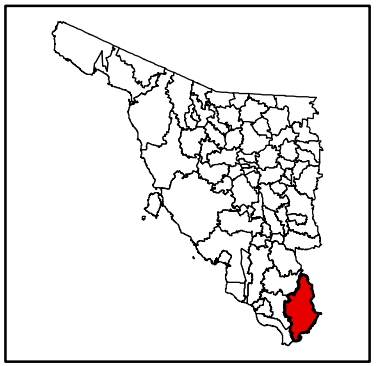
ESCALA: 1:1,076,265

CUENCAS HIDROLOGICAS

NOMBRE DEL PROYECTO:
"PRESA DE JALES II SEGUNDA ETAPA"



UBICACION:
ESTADO: SONORA
MUNICIPIO: ALAMOS
LOCALIDAD: PIEDRAS VERDES



MUNICIPIO DE ALAMOS
PRESA_DE_JALES_II_SEGUNDA_ETAPA

1720000 1740000 1760000 1780000 1800000 1820000 1840000 1860000 1880000 1900000 1920000

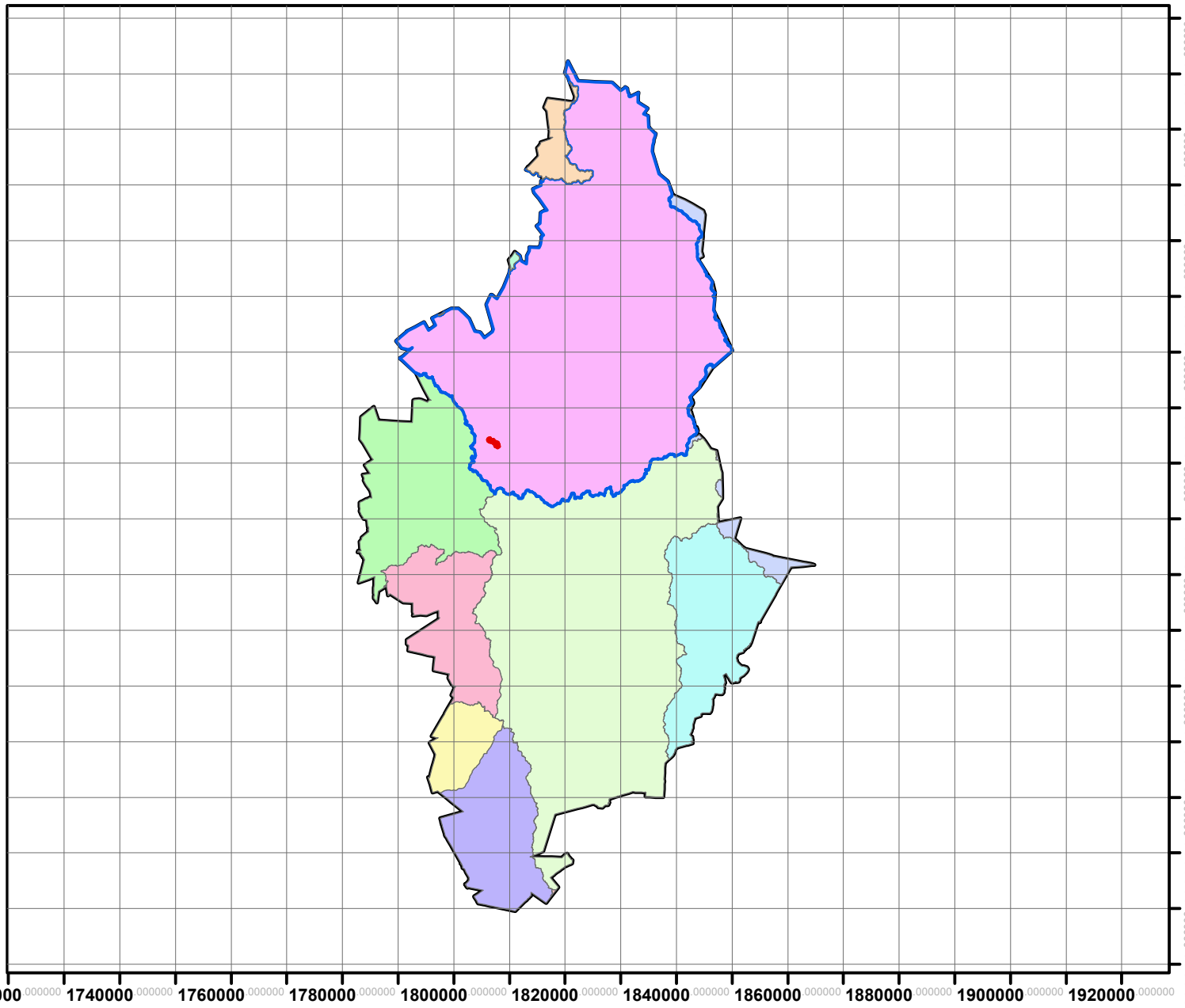
1600000 1620000 1640000 1660000 1680000 1700000 1720000 1740000 1760000

Arroyo Agiabampo
Arroyo Bachomojaqui
Arroyo Barochipa
Arroyo Masiaca
Arroyo Muerto
Arroyo Mulabampo
Río Fuerte
Río Mayo

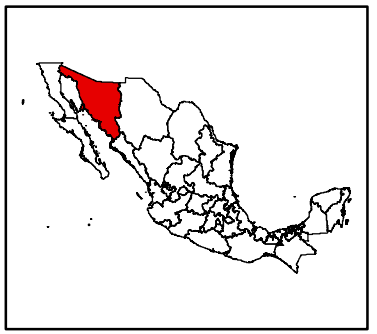
PROYECCION CONICA
CONFORME DE LAMBERT
(INEGI)

ESCALA: 1:1,076,265

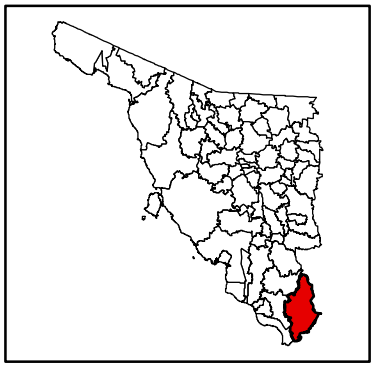
SUBCUENCAS HIDROLOGICAS



NOMBRE DEL PROYECTO:
"PRESA DE JALES II SEGUNDA ETAPA"



UBICACION:
ESTADO: SONORA
MUNICIPIO: ALAMOS
LOCALIDAD: PIEDRAS VERDES

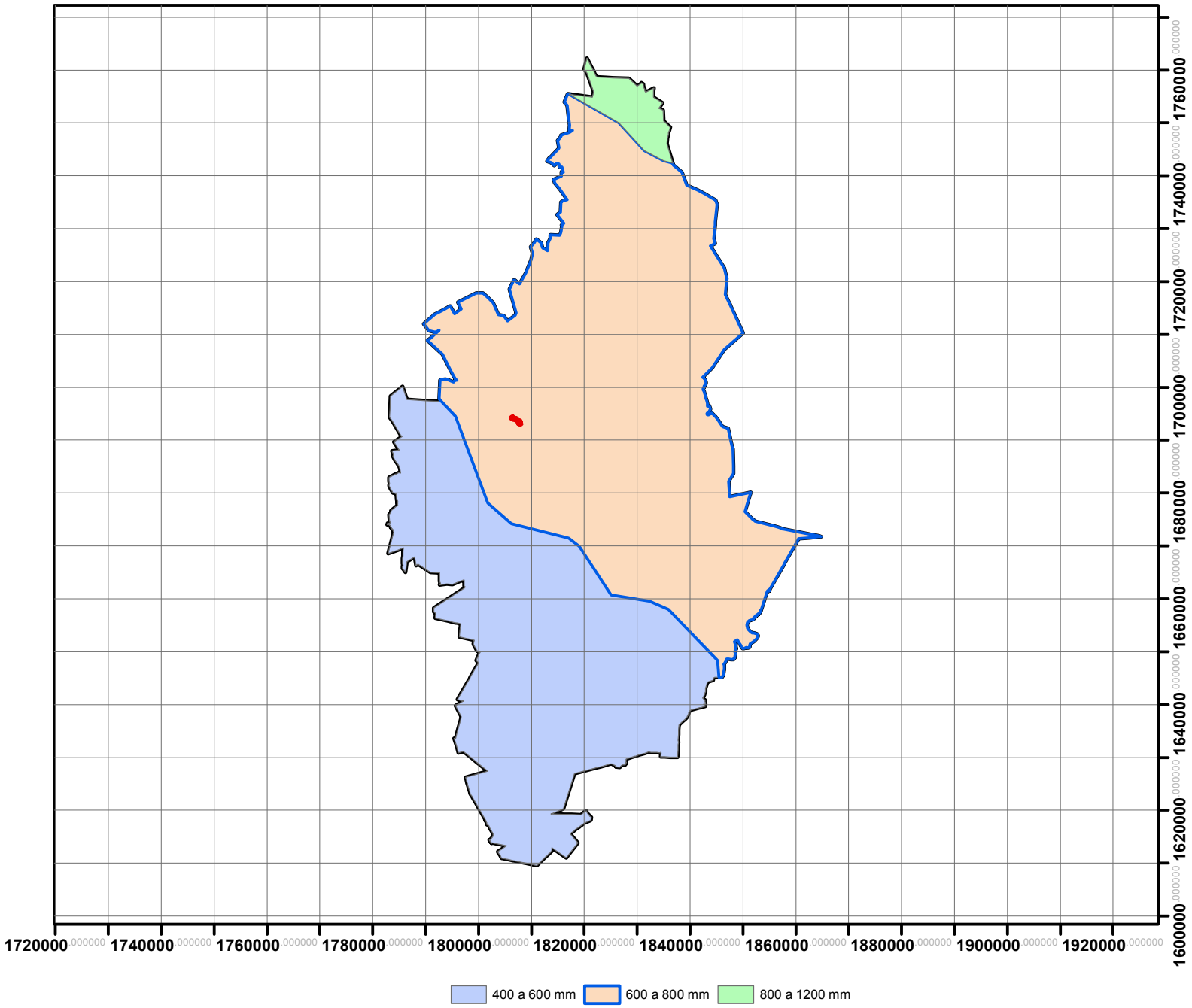


MUNICIPIO DE ALAMOS
PRESA_DE_JALES_II_SEGUNDA_ETAPA

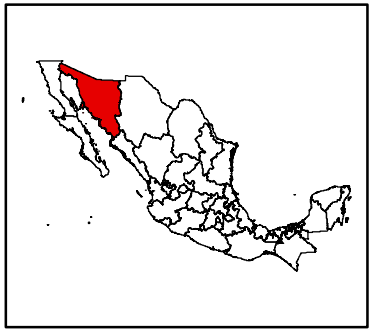
PROYECCION CONICA
CONFORME DE LAMBERT
(INEGI)

ESCALA: 1:1,076,265

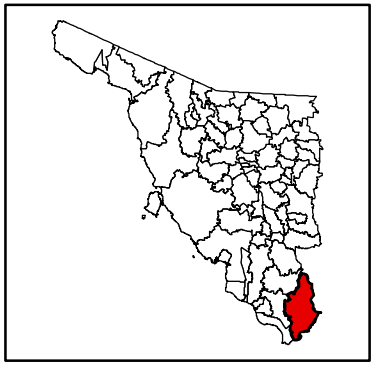
PRECIPITACION



NOMBRE DEL PROYECTO:
"PRESA DE JALES II SEGUNDA ETAPA"



UBICACION:
ESTADO: SONORA
MUNICIPIO: ALAMOS
LOCALIDAD: PIEDRAS VERDES

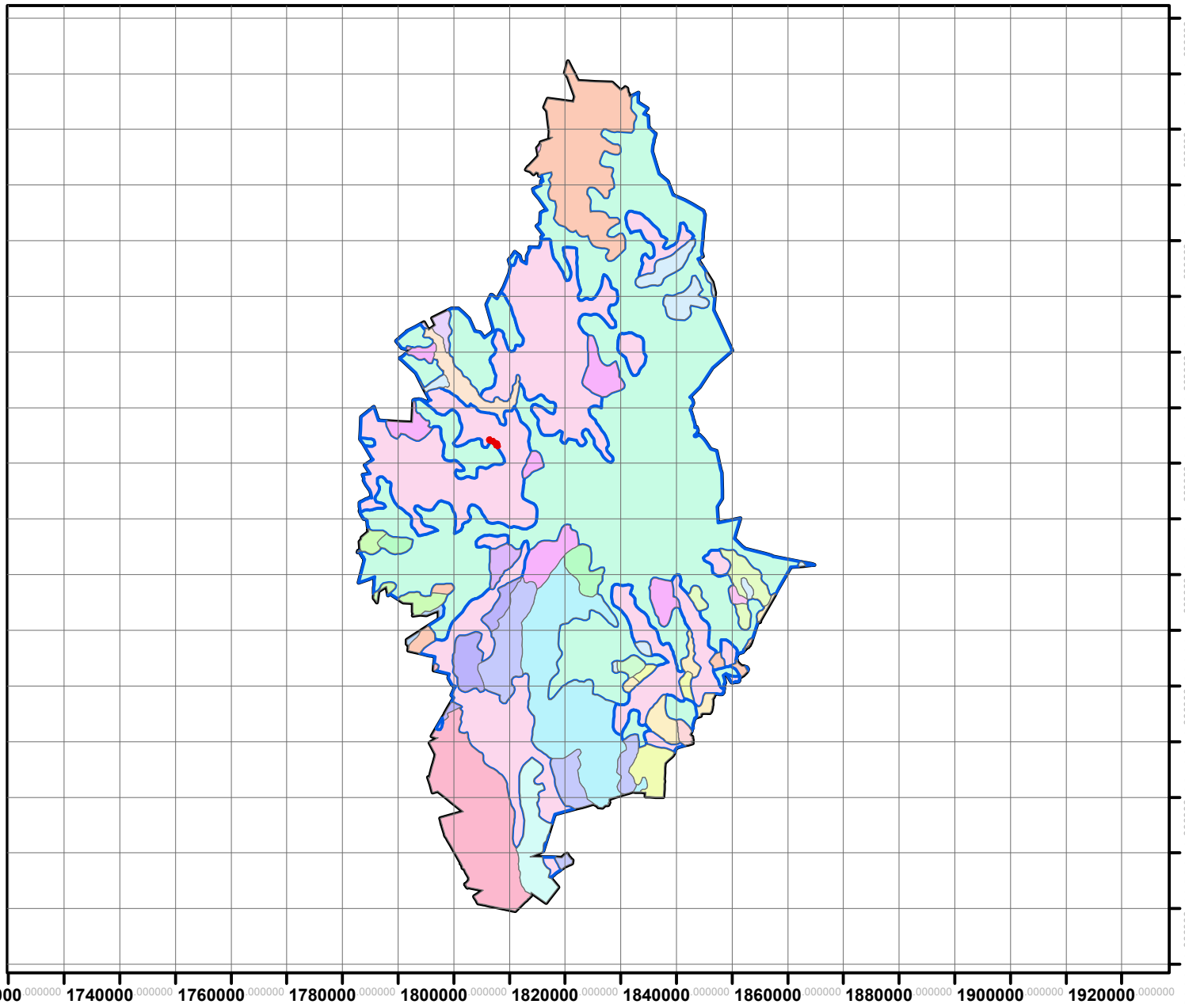


MUNICIPIO DE ALAMOS
PRESA_DE_JALES_II_SEGUNDA_ETAPA

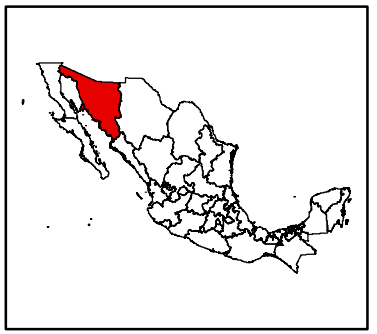
PROYECCION CONICA
CONFORME DE LAMBERT
(INEGI)

ESCALA: 1:1,076,265

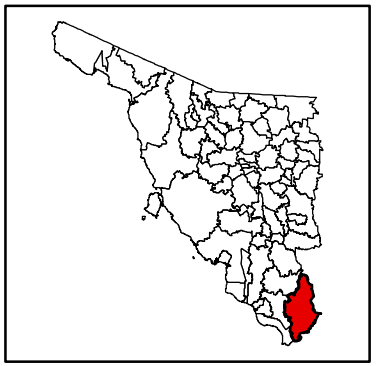
GEOLOGIA



NOMBRE DEL PROYECTO:
"PRESA DE JALES II SEGUNDA ETAPA"



UBICACION:
ESTADO: SONORA
MUNICIPIO: ALAMOS
LOCALIDAD: PIEDRAS VERDES



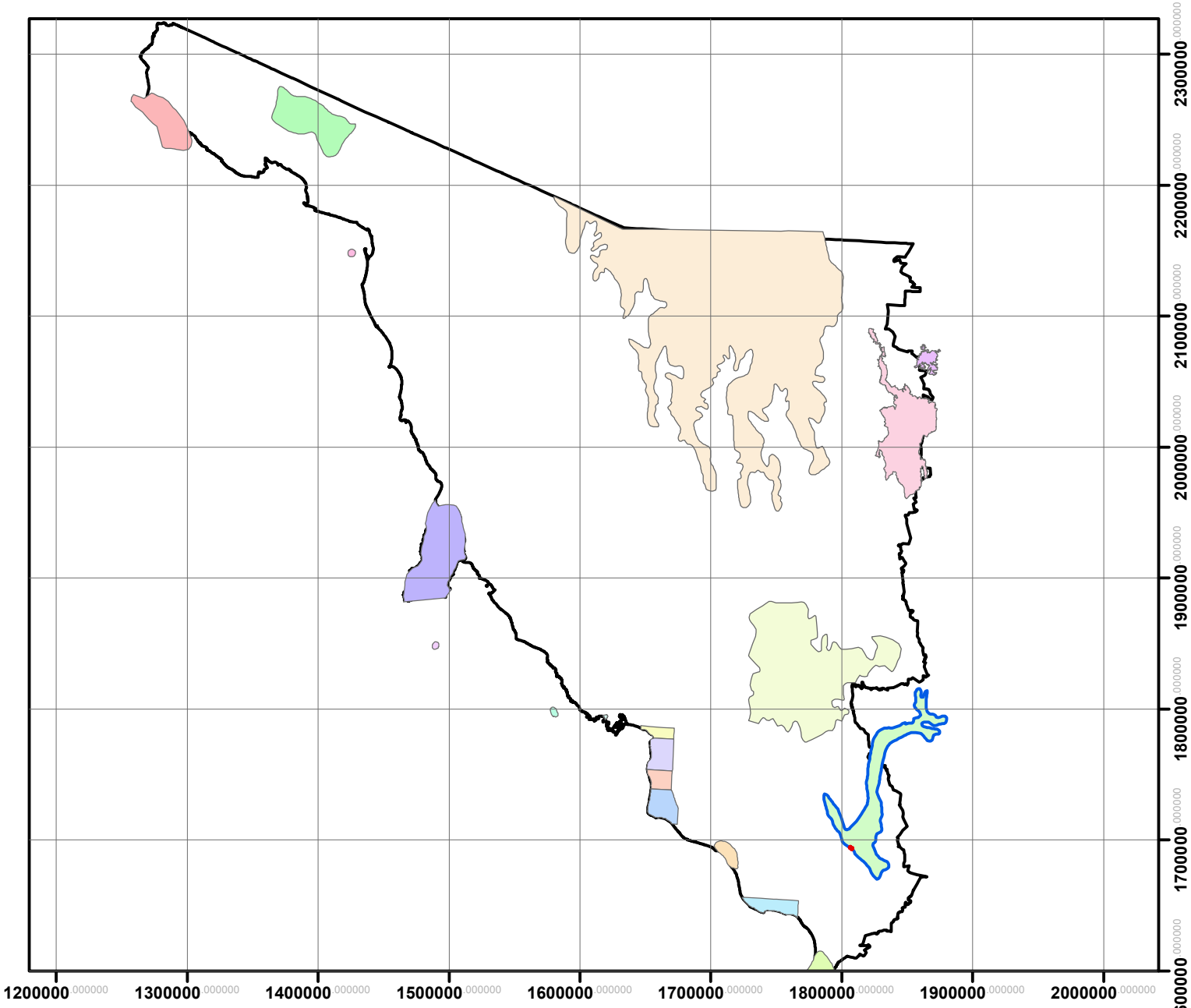
MUNICIPIO DE ALAMOS
PRESA_DE_JALES_II_SEGUNDA_ETAPA

CLAVE					
H2O	J(lu-ar)	P(F)	T(ar-cg)	To(lu)	Ts(ar)
J(C)	K(lgia)	PE(C.Met)	T(cg)	Tpl(ar-cg)	Ts(ar-cg)
J(Mv)	Ki(cz)	Q(ar-cg)	Ti(lgei)	Ts(lgea)	Ts(cg)
	P(E)	Q(s)	Tm(ar-cg)	Ts(lgeb)	

PROYECCION CONICA
CONFORME DE LAMBERT
(INEGI)

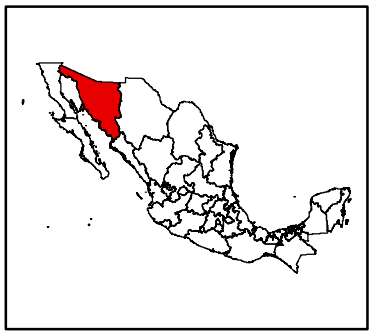
ESCALA: 1:1,076,265

AREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACION DE LAS AVES

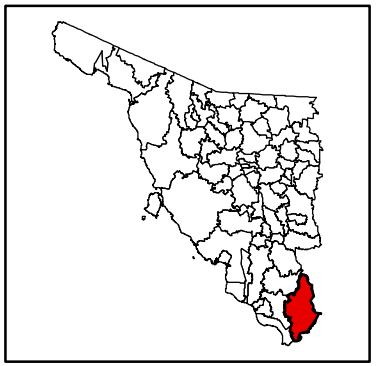


aica250kcw
NOMBRE
AGIABAMPO
ALAMOS-RIO MAYO
BAHIA E ISLAS DE SAN JORGE
BASERAC-SIERRA TABACO-RIO BAVISPE
CUENCA DEL RIO YAQUI
DELTA DEL RIO COLORADO
ESTERO DEL SOLDADO
ESTERO LOBOS
ISLA SAN PEDRO MARTIR
ISLA SAN PEDRO NOLASCO
ISLA TIBURON-CANAL EL INFIERNILLO-ESTERO SANTA CRUZ
MESA DE GUACAMAYAS
RESERVA EL PINACATE Y GRAN DESIERTO DE ALTAR
SISTEMA ALGODONES
SISTEMA DE SIERRAS DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL
SISTEMA GUASIMAS
SISTEMA LA LUNA
SISTEMA TOBARI
ZONAS HUMEDAS YAVAROS

NOMBRE DEL PROYECTO:
"PRESA DE JALES II SEGUNDA ETAPA"



UBICACION:
ESTADO: SONORA
MUNICIPIO: ALAMOS
LOCALIDAD: PIEDRAS VERDES

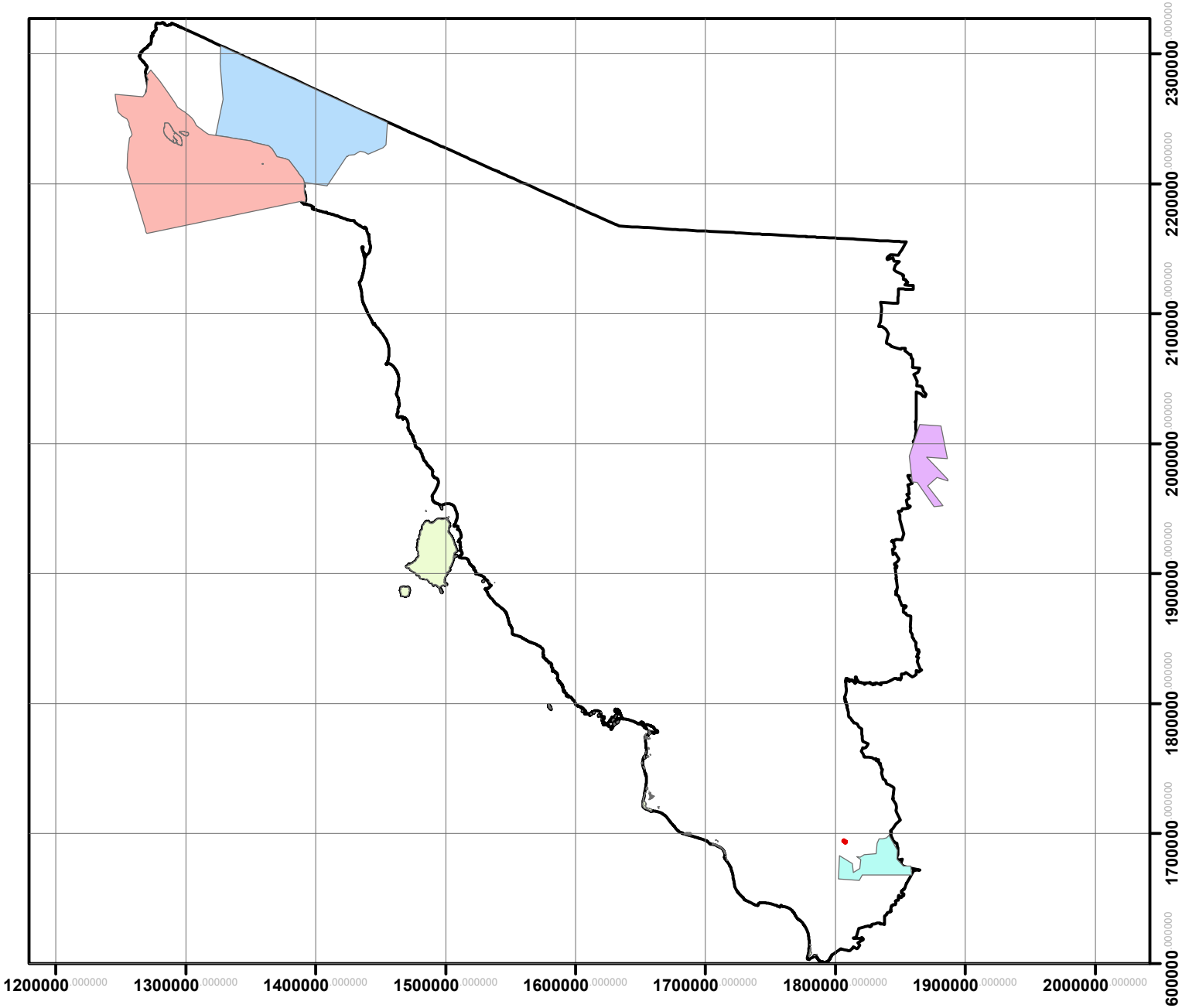


ESTADO DE SONORA
PRESA_DE_JALES_II_SEGUNDA_ETAPA

PROYECCION CONICA
CONFORME DE LAMBERT
(INEGI)

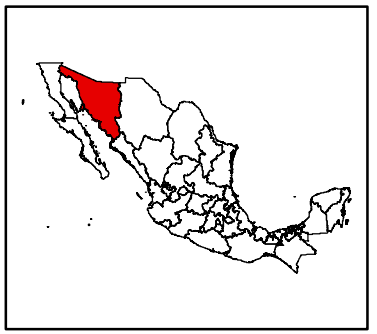
ESCALA: 1:4,500,000

AREAS NATURALES PROTEGIDAS

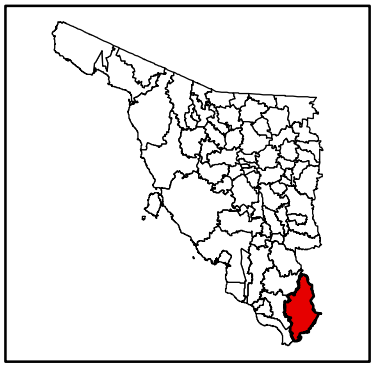


anp2003
NOM_ANP
ALTO GOLFO DE CALIFORNIA Y DELTA DEL RIO COLORADO
CAMPO VERDE
EL PINACATE Y GRAN DESIERTO DE ALTAR
ISLAS DEL GOLFO DE CALIFORNIA
SIERRA DE ALAMOS-RIO CUCHUJAQUI

NOMBRE DEL PROYECTO:
"PRESA DE JALES II SEGUNDA ETAPA"



UBICACION:
ESTADO: SONORA
MUNICIPIO: ALAMOS
LOCALIDAD: PIEDRAS VERDES

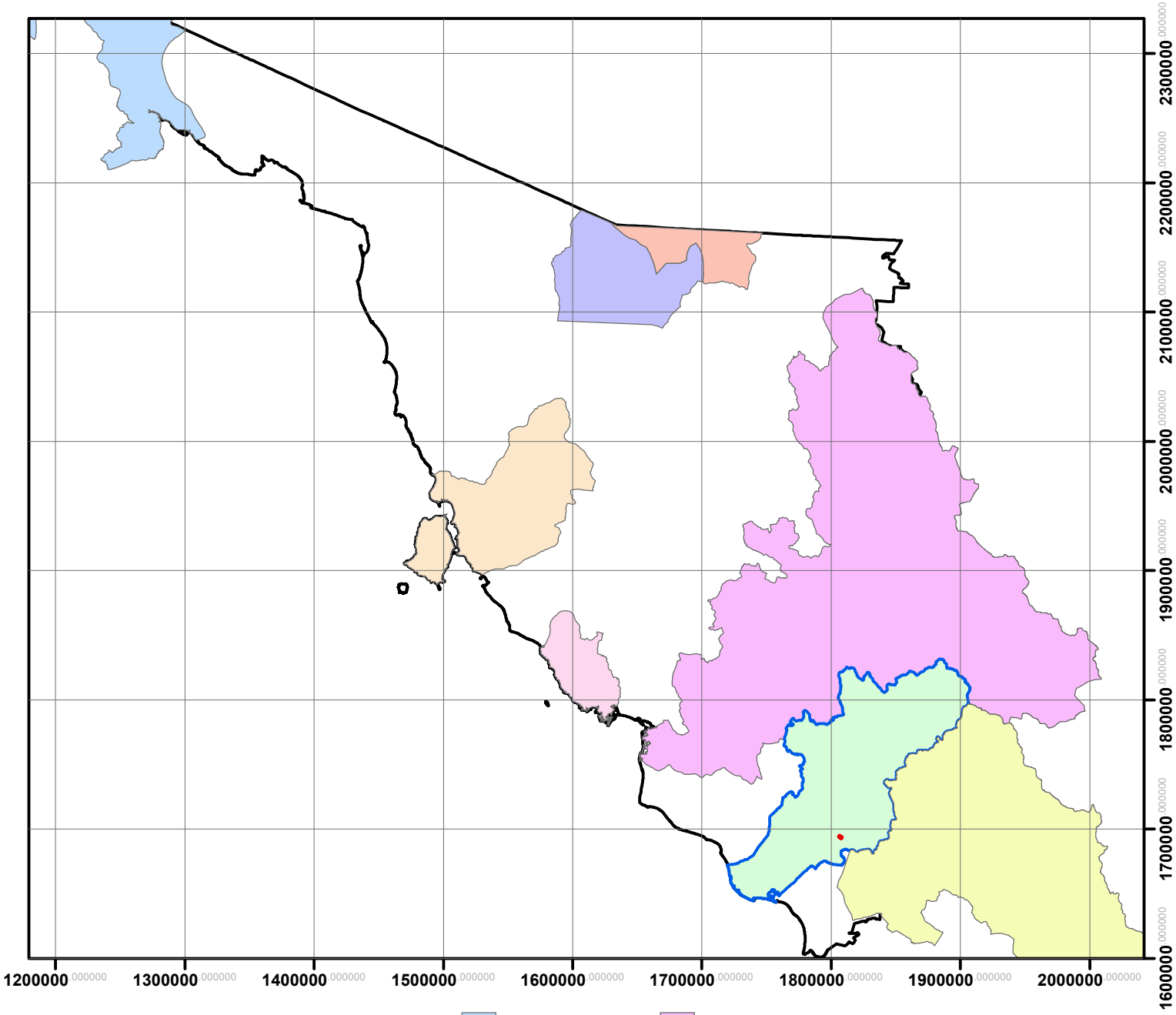


ESTADO DE SONORA
PRESA_DE_JALES_II_SEGUNDA_ETAPA

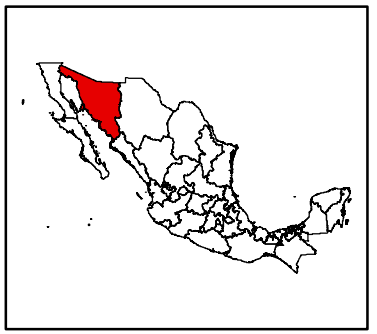
PROYECCION CONICA
CONFORME DE LAMBERT
(INEGI)

ESCALA: 1:4,500,000

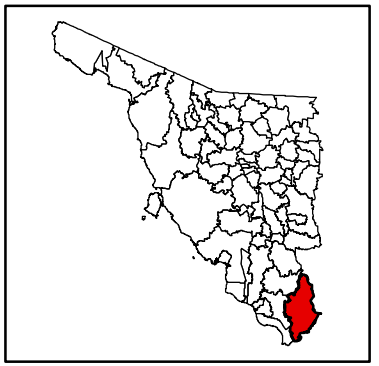
REGIONES HIDROLOGICAS PROTEGIDAS



NOMBRE DEL PROYECTO:
"PRESA DE JALES II SEGUNDA ETAPA"



UBICACION:
ESTADO: SONORA
MUNICIPIO: ALAMOS
LOCALIDAD: PIEDRAS VERDES



ESTADO DE SONORA
PRESA_DE_JALES_II_SEGUNDA_ETAPA

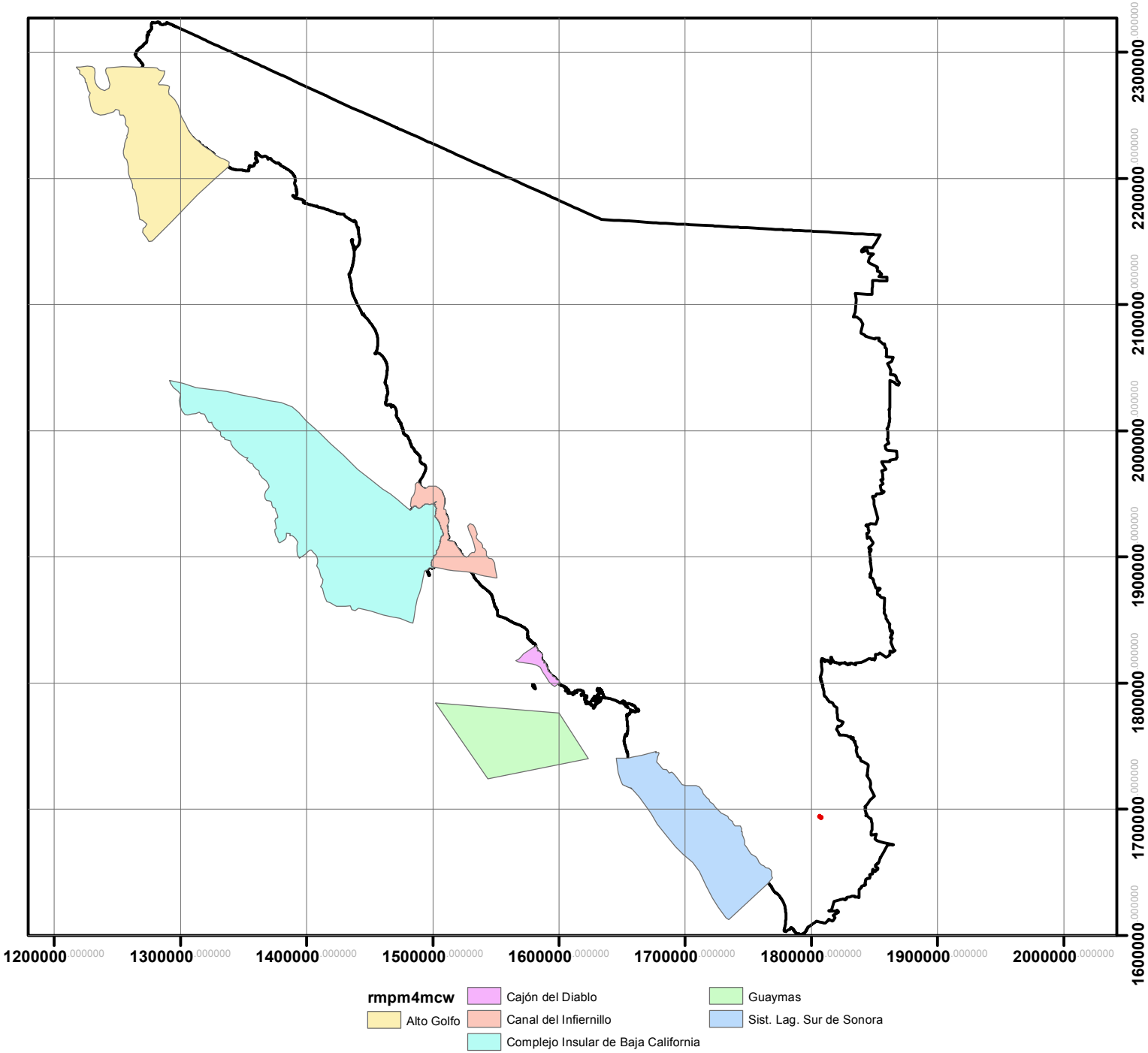
PROYECCION CONICA
CONFORME DE LAMBERT
(INEGI)

rhpri4mcw

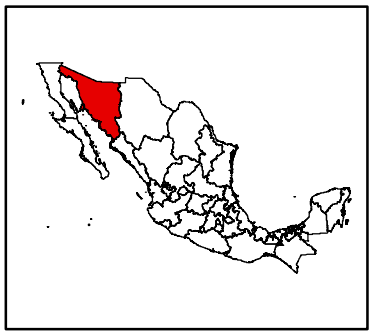
- Cajón del Diablo
- Cuenca alta del Río Fuerte
- Delta del Río Colorado
- Isla Tiburón - Río Bacoachi
- Río Mayo
- Río Yaqui - Cascada Bassaseachic
- Subcuenca del Río Asunción
- Subcuencas de los ríos San Pedro y Santa Cruz

ESCALA: 1:4,500,000

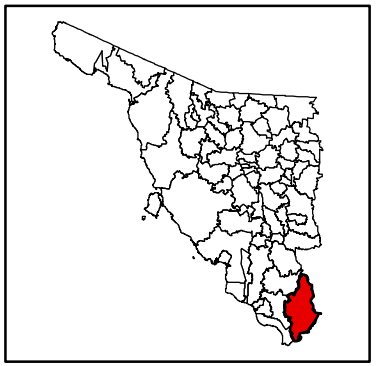
REGIONES MARINAS PROTEGIDAS



NOMBRE DEL PROYECTO:
"PRESA DE JALES II SEGUNDA ETAPA"



UBICACION:
ESTADO: SONORA
MUNICIPIO: ALAMOS
LOCALIDAD: PIEDRAS VERDES

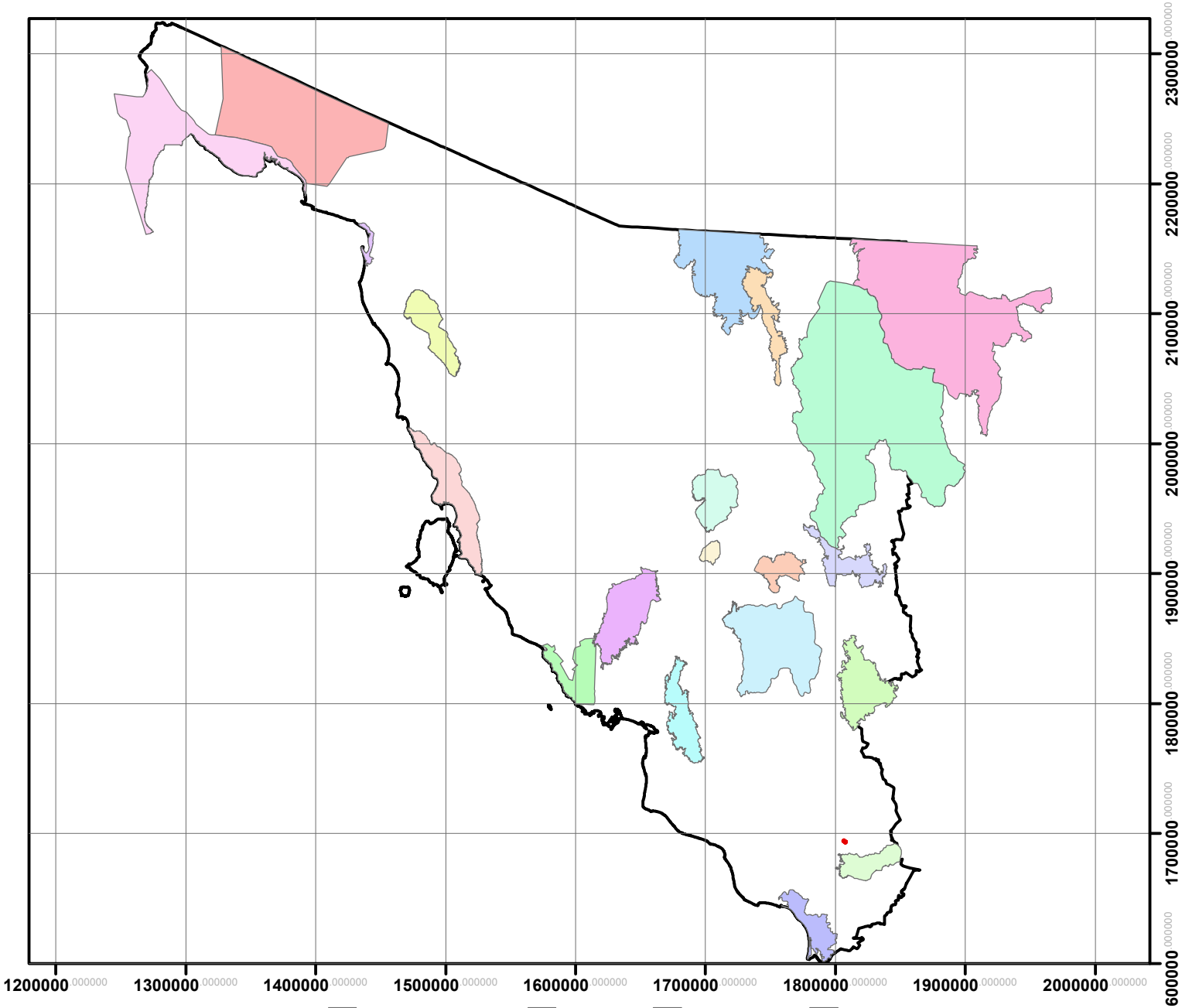


ESTADO DE SONORA
PRESA_DE_JALES_II_SEGUNDA_ETAPA

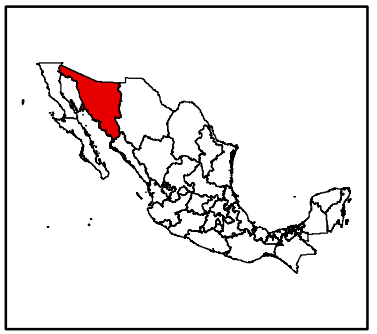
PROYECCION CONICA
CONFORME DE LAMBERT
(INEGI)

ESCALA: 1:4,500,000

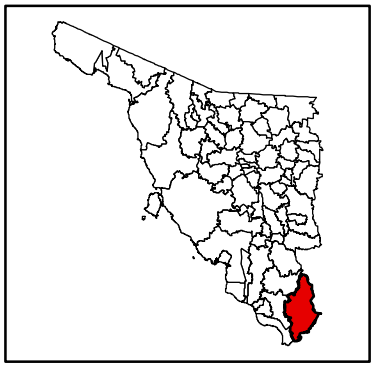
REGIONES TERRESTRES PROTEGIDAS



NOMBRE DEL PROYECTO:
"PRESA DE JALES II SEGUNDA ETAPA"



UBICACION:
ESTADO: SONORA
MUNICIPIO: ALAMOS
LOCALIDAD: PIEDRAS VERDES



ESTADO DE SONORA
PRESA_DE_JALES_II_SEGUNDA_ETAPA

PROYECCION CONICA
CONFORME DE LAMBERT
(INEGI)

ESCALA: 1:4,500,000

rtp1mcw

- Bahía de San Jorge
- Bavispe-El Tigre
- Cajón del Diablo
- Cananea-San Pedro
- Cañada Mazocahui
- Delta del río Colorado
- Gran Desierto de Altar-El Pinacate
- Las Bocas
- Sahuaripa
- San Javier-Tepoca
- Sierra El Bacatete
- Sierra Libre
- Sierra Mazatán
- Sierra Seri
- Sierra de San Luis-Janos
- Sierra Álamos-El Cuchujaqui
- Sierras El Maviro-Santo Niño
- Sierras El Álamo-El Viejo
- Sierras Los Ajos-Buenos Aires-La Púrica
- Yécora-El Reparo