



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

V. Firma la Jefa de la Unidad Jurídica:

LIC. DULCE MARÍA VILLARREAL LACARRA.

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

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

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

CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	1
I.1 Proyecto.....	1
I.1.1 Nombre del proyecto	1
I.1.2 Ubicación del proyecto	1
I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto	3
I.1.4 Presentación de la documentación legal	3
I.2 Promovente.....	4
I.2.1 Nombre o razón social	4
I.2.2 Registro Federal del Contribuyente del promovente.....	4
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal.....	4
I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oir notificaciones	4
I.3 Responsable de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental	4
I.3.1 Nombre o razón social	4
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP	5
I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio	5
I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio	5
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	6
II.1 Información general del proyecto	6
II.1.1 Naturaleza del proyecto	6
II.1.2 Selección del Sitio	9
II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización.....	9
II.1.4 Inversión requerida	15
II.1.5 Dimensiones del proyecto	16
II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias	17
II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.....	21
II.2 Características particulares del proyecto	22
II.2.1 Programa General de Trabajo	23
II.2.2 Preparación del sitio.....	24
II.2.3 Etapa de Construcción	26
II.2.4 Construcción de obras asociadas o provisionales	27
II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento	27
II.2.6 Etapa de abandono de sitio (post-operación)	28
II.2.7 Utilización de sustancias químicas, combustibles y explosivos	29
II.2.8. Demanda de agua.....	29
II.2.8 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.....	30
II.2.9 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos.....	31
II.2.10 Otras fuentes de daños	32

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO.	34
III.1. Información sectorial	34
III.1.2. La minería en el Estado de Sonora.	35
III.2. Compatibilidad del Proyecto con los instrumentos de Planeación.	37
III.2.1. Contexto Federal.....	37
III.2.1.1. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018	37
III.2.1.4 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.	39
III.2.2. Contexto Estatal.....	42
III.2.2.2. Plan Municipal de Desarrollo (PMD) para el municipio de Sahuaripa, periodo 2016-2018.	44
III.3. Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas.	47
III.3.1 Áreas Naturales Protegidas (ANP) de competencia Federal.	47
III.3.2 Áreas Naturales Protegidas de Competencia Estatal.	47
III.4. Áreas de atención prioritarias.....	48
III.4.1 Regiones Hidrológicas Prioritarias.....	48
III.4.2 Áreas Terrestres Prioritarias.....	49
III.4.3 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).....	50
III.4.4. Regiones Marinas prioritarias (RMP's).....	50
III.5. Otras áreas de interés.....	51
III.6. Instrumentos normativos	52
III.6.1. Disposiciones Constitucionales	52
III.6.2. Leyes y Reglamentos federales	53
III.6.2.1.. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y sus Reglamentos en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental; Prevención, Control de la Contaminación de la Atmósfera, y de Áreas Naturales Protegidas	53
III.6.2.2. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento	58
III.6.2.3.-Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento	59
III.6.2.4. Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento	60
III.6.2.5. Ley de Aguas Nacionales.....	61
III.6.2.6. Ley Minera y su Reglamento.....	62
III.6.3. Normas Oficiales Mexicanas.	63
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL.....	68
IV.1 Delimitación del área de estudio	68
Factores sociales (poblados cercanos)	69
Rasgos geomorfoedafológicos, hidrográficos, meteorológicos, tipos de vegetación, entre otros;.....	69
Tipo, características, distribución, uniformidad y continuidad de las unidades ambientales (ecosistemas);.....	70
Usos de suelo permitidos por el Plan de Desarrollo Urbano o Plan Parcial de Desarrollo Urbano aplicable para la zona (si existieran).....	72

IV.2.1 Aspectos abióticos	72
a) Clima	72
Metodología y fuentes de información	72
Caracterización del clima	74
Lluvia máxima en 24 hrs.....	76
Cálculo del evento de lluvia máxima en 24 hrs.....	77
b) Geología y geomorfología.....	79
Geología regional	79
Características litológicas del área	81
Unidad de Andesita Basáltica.....	86
Características del relieve	89
Características geomorfológicas	93
Presencia de fallas y fracturamientos	98
Susceptibilidad de la zona a sismicidad, deslizamientos, derrumbes, inundaciones, otros movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica	100
c) Suelos.....	101
Metodología	101
Tipos de suelos y sus características	101
Textura y estructura del suelo	105
Color	106
Características fisicoquímicas del suelo	106
Calcio	107
Carbonato de calcio	109
Conductividad eléctrica (CE).....	109
Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	110
Cobre.....	111
Fierro	111
Manganeso.....	112
Materia orgánica	113
pH.....	113
Zinc.....	114
Grado de erosión del suelo	115
d) Geohidrología e hidrología superficial y subterránea	116
IV.4.1 Hidrología superficial	116
Marco hidrológico regional	116
Recursos hidrológicos localizados en el área de estudio.....	118
Microcuencas	120
Calidad del agua y sedimentos	121
IV.4.2 Hidrología subterránea	124
Unidades hidrogeológicas.....	125
Piezometría	126
Profundidad al nivel estático	129
Elevación del nivel estático	130
Tipo de acuífero.....	131
Calidad del agua subterránea	132

IV.2.2 Aspectos bióticos	133
a) Vegetación terrestre	133
Metodología	133
Tipos de Vegetación.....	137
Arreglo florístico	140
Ciclo de vida de las especies	142
Hábito de las especies	142
Estratificación Vertical	143
Parámetros poblacionales	144
Usos de la flora	148
Especies de interés	148
IV.2.2.2. Fauna silvestre	151
Metodología	151
Arreglo de las comunidades faunísticas	154
Composición faunística	158
Especies en categoría de protección.....	169
Uso de las especies.	170
Condiciones del hábitat	170
IV.2.3 Paisaje.....	171
IV.2.3.1. Visibilidad	171
IV.2.3.2 Calidad paisajística.....	173
IV.2.3.3 Fragilidad.....	175
IV.2.4 Medio socioeconómico	176
IV.2.4.1. Metodología.....	176
IV.2.4.2. Demografía.....	178
Población total.....	178
Distribución por edad y sexo	180
Migración	180
Marginación.....	181
Organización de las comunidades.....	181
IV.2.4.3. Servicios básicos	183
Agua potable	183
Drenaje	183
Recolección de basura	183
Electrificación	184
Vivienda	184
IV.2.4.4. Cobertura en desarrollo social	185
Educación	190
Salud.....	190
Vías y medios de comunicación	196
IV.2.4.5. Economía	196
Población Económicamente Activa	197
Principales actividades económicas	198

IV.2.4.6. Historia y Cultura	201
Historia.....	201
Fiestas tradicionales.....	201
Principales atractivos turísticos	202
Deportes y recreación	202
Religión	203
IV.2.5 Diagnóstico ambiental.....	203
a) Integración e interpretación del inventario ambiental	203
Normativos.....	204
De diversidad	205
Rareza	205
Naturalidad.....	205
Grado de aislamiento	206
Integridad Funcional.....	206
Riesgos/vulnerabilidad	206
b) Síntesis del inventario.....	207
Unidad ambiental 1	208
Unidad ambiental 2	209
Unidad ambiental 3	209
Unidad ambiental 4	210
Unidad ambiental 5	210
V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	212
V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales	212
V.1.1 Indicadores de impacto	212
V.1.2 Lista indicativa de indicadores de impacto	218
Rubro ambiental: Atmósfera	218
Rubro ambiental: Suelo	219
Rubro ambiental: Recursos geológicos.....	219
Rubro ambiental: Agua superficial y subterránea.....	220
Rubro ambiental: Tipos de vegetación y flora	221
Rubro ambiental: Fauna silvestre.....	221
Rubro ambiental: Paisaje	221
Rubro: Aspectos socioeconómicos	222
V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación.....	223
VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	230
VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental	230
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES	244
VII.1 Pronósticos del escenario	244
VII.2 Programa de vigilancia ambiental	255
VII.3 Conclusiones	257

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIÓNES ANTERIORES.....	261
VIII.1 Formatos de presentación	261
VIII.1.1 Planos definitivos.....	261
VIII.1.2 Fotografías	261
VIII.1.3 Videos.....	261
VIII.1.4 Listas de flora y fauna.....	261
VIII.2 Otros anexos	261
VIII.3 Glosario de términos.....	261
IX. BIBLIOGRAFIA	262

RELACION DE ANEXOS

ANEXO 1. INFORMACIÓN LEGAL DEL PROMOVENTE

- ANEXO 1-A. COPIA NOTARIADA DEL ACTA CONSTITUTIVA DE LA EMPRESA AGNICO SONORA, S.A. DE C.V.
- ANEXO 1-B. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DE LA EMPRESA PROMOVENTE CON DIRECCION PARA OIR Y RECIBIR NOTIFICACIONES
- ANEXO 1-C. COPIA NOTARIADA DEL PODER DE REPRESENTACIÓN LEGAL A FAVOR DE C. LIC. SERGIO BIEBRICH GUEVARA.
- ANEXO 1-D. COPIA NOTARIADA DEL REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE.
- ANEXO 1-E. RESOLUTIVOS PREVIOS EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL

ANEXO 2. ORIGEN LEGAL DEL TERRENO:

- ANEXO 2-A. COPIA CERTIFICADA DE LA PROPIEDAD PRIVADA BRONCES Y BAJÍOS A FAVOR DE AGNICO SONORA S.A. DE C.V., ADQUIRIDA MEDIANTE COMPRAVENTA SEGÚN CONSTA EN LA ESCRITURA NÚMERO 3,052, VOLUMEN 032 Y CON UNA SUPERFICIE DE 2,499-63-50 HA.
- ANEXO 2-B. COPIA CERTIFICADA DE LA RESOLUCIÓN DICTADA EN EL JUICIO DE JURISDICCIÓN VOLUNTARIA PARA ACREDITAR HECHOS DE POSESIÓN DE UN PREDIO RÚSTICO DE AGOSTADERO DENOMINADO LA AMARGOSA, EN SAHUARIPA, SONORA, EN UNA SUPERFICIE DE 274-67-29 HA, RADICADO BAJO EL EXPEDIENTE NÚMERO 42/2012 ANTE EL JUZGADO DE PRIMERA INSTANCIA MIXTO DEL MUNICIPIO DE SAHUARIPA
- ANEXO 2-C. COPIA CERTIFICADA DE LA RESOLUCIÓN DICTADA EN EL JUICIO DE JURISDICCIÓN VOLUNTARIA PARA ACREDITAR HECHOS DE POSESIÓN DE UN PREDIO RÚSTICO DE AGOSTADERO DENOMINADO EL DURAZNITO, EN SAHUARIPA, SONORA, EN UNA SUPERFICIE DE 800-00-00 HA, RADICADO BAJO EL EXPEDIENTE CIVIL NÚMERO 66/2012 ANTE EL JUZGADO DE PRIMERA INSTANCIA MIXTO DEL MUNICIPIO DE SAHUARIPA

ANEXO 3. PROGRAMAS DE PROTECCION DE ESPECIES

ANEXO 4. MEMORIA DE CÁLCULO DE LA EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES

ANEXO 5. MEMORIA FOTOGRAFICA DEL PROYECTO

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

I.1 Proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto

Ampliación de mina La India

Se contempla la ocupación de envolvente de obras y servicios de salvaguarda minero hasta llegar a las 3,318.714 ha para la ocupación de obras de complemento al proyecto minero La India, estando actualmente en ocupación operativa 539.825 ha. Se trata de un polígono envolvente para obras y servicios mineros, así como las áreas de servicio apropiadas para la operación segura del proyecto que se incorpora a mina La India.

El proyecto se enmarca en el Sector Primario, dentro del subsector Minería, en la explotación de minerales metálicos.

I.1.2 Ubicación del proyecto

La Ampliación de mina La India se ubica en terrenos de propiedad privada a aproximadamente 6 Km al NW de Matarachi, dentro del municipio de Sahuaripa, en la porción Este del estado de Sonora, México. En la región hidrológica RH09 Sonora Sur, en la porción central sur de la cuenca del río Yaqui (Cuenca B), dentro de la subcuenca del río Sahuaripa (Subcuenca n).

El proyecto se compone de un polígono envolvente para obras y servicios mineros que agrupan la totalidad de la superficie necesaria para las obras y servicios mineros en Segunda ampliación. La siguiente figura I.1 muestra la localización del proyecto. Más adelante, en la Tabla II.1 se muestra la relación de las coordenadas que componen cada polígono.

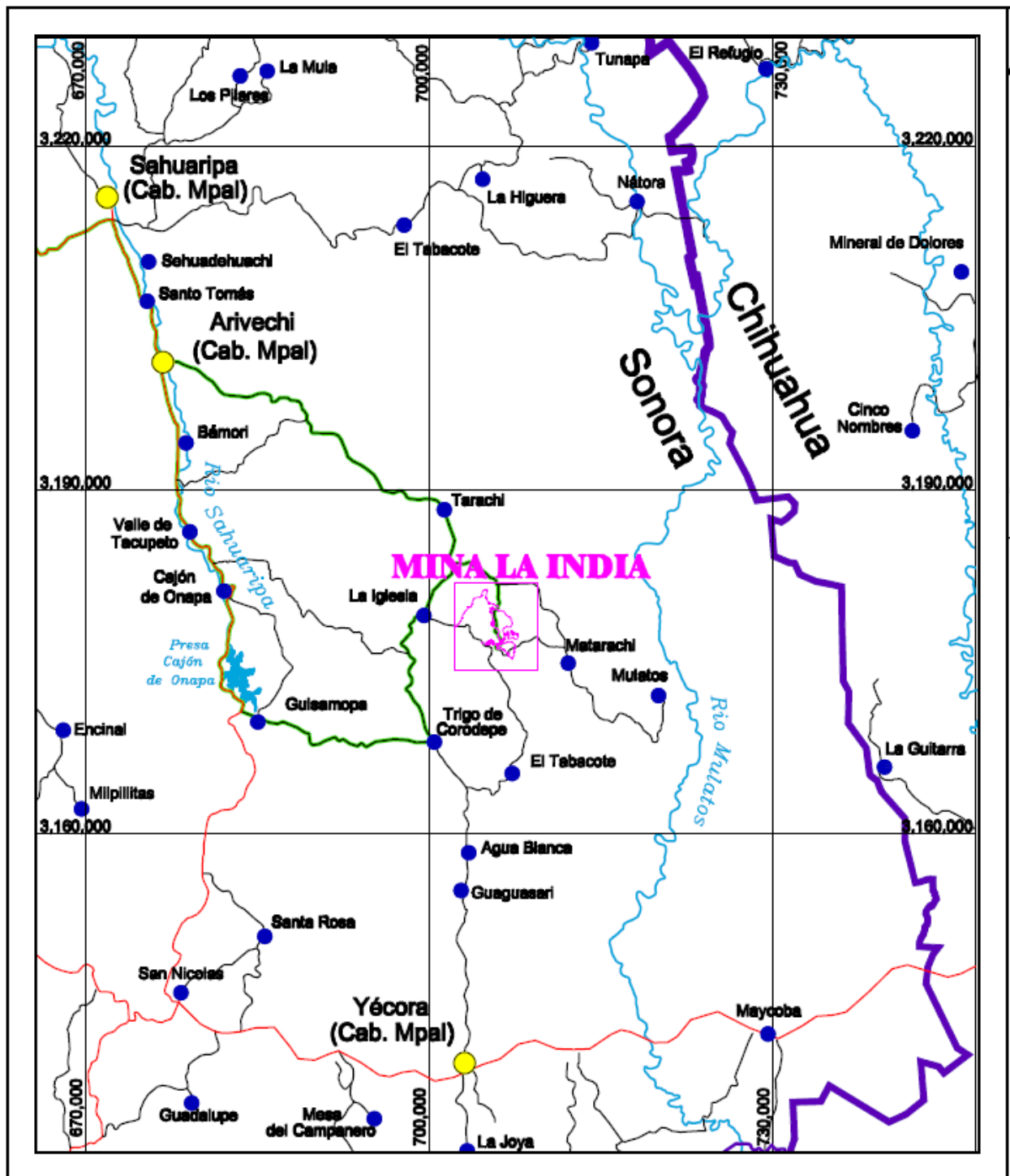


Figura I.1. Localización general de Ampliación minera La India

El polígono que compone el proyecto se encuentran totalmente fuera de algún Área Natural Protegida federal o estatal alguna. No obstante que se ubica al interior de la Región Hidrológica Prioritaria #16 Río Yaqui-Cascada Basaseachi, se tomarán las consideraciones pertinentes en el mejoramiento de la misma.

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

La Ampliación minera La India está proyectada a realizarse en un periodo de 12 años coincidente con el proyecto minero La India. La vida útil del proyecto está compuesta de un año de preparación del sitio y construcción, nueve años de operación y dos años de cierre, siendo el año 11 compartido con la operación residual. Previamente (desde 2004) ocurrió la exploración que sustenta el rango de minado del proyecto, así como la adquisición de las concesiones mineras, regulación de acuerdos con superficiarios y estudios de línea base ambiental. Actualmente se presentan los estudios ambientales en la obtención de permisos previos al arranque del proyecto.

I.1.4 Presentación de la documentación legal

Se presentan los siguientes anexos con la documentación legal:

ANEXO 1. INFORMACIÓN LEGAL DEL PROMOVENTE

- ANEXO 1-A. COPIA NOTARIADA DEL ACTA CONSTITUTIVA DE LA EMPRESA AGNICO SONORA, S.A. DE C.V.
- ANEXO 1-B. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DE LA EMPRESA PROMOVENTE CON DIRECCION PARA OIR Y RECIBIR NOTIFICACIONES
- ANEXO 1-C. COPIA NOTARIADA DEL PODER DE REPRESENTACIÓN LEGAL A FAVOR DE C. GUSTAVO NORIEGA GAMEZ.
- ANEXO 1-D. COPIA NOTARIADA DEL REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE.
- ANEXO 1-E. RESOLUTIVO PREVIOS EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL

ANEXO 2. ORIGEN LEGAL DEL TERRENO:

- ANEXO 2-A. COPIA CERTIFICADA DE LA PROPIEDAD PRIVADA BRONCES Y BAJÍOS A FAVOR DE AGNICO SONORA S.A. DE C.V., ADQUIRIDA MEDIANTE COMPRAVENTA SEGÚN CONSTA EN LA ESCRITURA NÚMERO 3,052, VOLUMEN 032 Y CON UNA SUPERFICIE DE 2,499-63-50 HA.
- ANEXO 2-B. COPIA CERTIFICADA DE LA RESOLUCIÓN DICTADA EN EL JUICIO DE JURISDICCIÓN VOLUNTARIA PARA ACREDITAR HECHOS DE POSESIÓN DE UN PREDIO RÚSTICO DE AGOSTADERO DENOMINADO LA AMARGOSA, EN SAHUARIPA, SONORA, EN UNA SUPERFICIE DE 274-67-29 HA, RADICADO BAJO EL EXPEDIENTE NÚMERO 42/2012 ANTE EL JUZGADO DE PRIMERA INSTANCIA MIXTO DEL MUNICIPIO DE SAHUARIPA
- ANEXO 2-C. COPIA CERTIFICADA DE LA RESOLUCIÓN DICTADA EN EL JUICIO DE JURISDICCIÓN VOLUNTARIA PARA ACREDITAR HECHOS DE POSESIÓN DE UN PREDIO RÚSTICO DE AGOSTADERO DENOMINADO EL DURAZNITO, EN SAHUARIPA, SONORA, EN UNA SUPERFICIE DE 800-00-00 HA, RADICADO BAJO EL EXPEDIENTE CIVIL NÚMERO 66/2012 ANTE EL JUZGADO DE PRIMERA INSTANCIA MIXTO DEL MUNICIPIO DE SAHUARIPA

1.2 Promovente

I.2.1 Nombre o razón social

Agnico Sonora, S.A. de C.V. (Ver ANEXO 1-A).

I.2.2 Registro Federal del Contribuyente del promovente

RFC: RGM-031210-R91 (Ver ANEXO 1-B)

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

C. Sergio Biebrich Guevara (Ver ANEXO 1-C)

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oir notificaciones

3 Responsable de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental

I.3.1 Nombre o razón social

M.C. Trinidad Quintero Ruiz
Ing. Horacio López Robles

El capítulo II de esta manifestación de impacto ambiental, sobre la descripción del proyecto, se basó en la información proporcionada directamente por las empresas Agnico Sonora, S.A. de C.V y la consulta específica de los reportes técnicos citados en la bibliografía del presente documento.

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

M.C. Trinidad Quintero Ruiz
Ing. Horacio López Robles

I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del proyecto

II.1.1 Naturaleza del proyecto

II.1.1.1. Descripción del proyecto

El promovente AGNICO SONORA, S.A. DE C.V. presenta la manifestación de impacto ambiental modalidad particular de ampliación de mina La India. El proyecto consiste en llegar a una superficie de 3,318.714 ha para la ampliación de obras, salvaguarda de actividades y superficie, encaminada a la eficientización y operación eficiente, para la persistencia de la mina en sitio. Actualmente existe en ocupación 539.825 ha.

Mina La India se encuentra en su etapa operativa desde 2012 como unidad minera mediante la explotación de un yacimiento con contenidos de oro y plata por el método de minado superficial (tajo abierto) y beneficio, autorizado en materia de impacto y riesgo ambiental de acuerdo a los Oficios Resolutivo DS-SG-UGA-IA-0291-12 y DS-SG-UGA-IA-1018-12. El proyecto se ubica en terrenos de propiedad privada a favor de la empresa promovente, en una distancia aproximada de 6 Km al NW de Matarachi, dentro del municipio de Sahuaripa, en la porción Este del estado de Sonora, México. En la región hidrológica RH09 Sonora Sur, en la porción central sur de la cuenca del río Yaqui (Cuenca B), dentro de la subcuenca del río Sahuaripa (Subcuenca n) dentro de cinco unidades ambientales diseñadas ex profeso para el proyecto. Las obras del terreno se ubican en una zona rural, de tipo agostadero con actividad antecedente y reciente de exploración minera, en ecosistema de bosque de encino y de encino pino. El tiempo de preparación del sitio y construcción involucra dos años para estar operativa durante 10 años.

De esta manera, esta ampliación consiste en incrementar 1.578 ha de tres áreas de rebose topográfico de tajo en el área de Main Zone, así como 53.230 ha de zona de tepetatera en la misma main zone, cuatro tramos de caminos nuevos que suman 11.465 ha y el resto de superficie equivalente a 2,712.616 ha son para futuras áreas de servicio, amortiguamiento y salvaguarda de mina La India. Cabe la aclaración que las 66.273 ha (rebose de tajos, tepetatera y caminos nuevos) son solicitados de manera paralela en cambio de uso de suelo, por requerirse el desmonte de obras. Más adelante en el Capítulo II se presenta el desglose de las superficies señaladas.

Para el proyecto se promueven las medidas de mitigación ubicable, medibles y cuantificables. Además, el sustento técnico que permiten dimensionar la obra y los estudios técnicos en sitio, permiten asegurar que el arreglo de obras previstas para la mina, son las condiciones más seguras y de menor afectación. El proyecto se encuentra fuera de áreas naturales protegidas.

Así mismo, la mayoría de los potenciales impactos adversos al ambiente que producirá este proyecto, podrán ser mitigados en diferentes grados de acuerdo a las medidas que se proponen donde en particular, el programa de monitoreo ambiental que se propone será una de las acciones más importantes a implementar en todas las fases del proyecto, ya que su finalidad es detectar oportunamente y tomar las medidas pertinentes en caso de alteraciones en el entorno

El terreno donde se ubica la Ampliación minera La India es mayormente de agostadero, cubierto por el tipo de vegetación de encino y encino pino, con vocación minera inminente, donde al menos desde el año 2004 ha sido explorado por la empresa promotora. Por otra parte, no se alteran los valores que componen la operación de mina La India, donde los valores resumen se destacan a continuación:

• Toneladas procesadas	49.4 millones
• Ley de oro promedio	0.63 g/t
• Contenido de oro	996,000 oz
• Promedio de recuperación de oro	84%
• Oro recuperado	832,000 oz
• Tasa de procesamiento (ton/día)	16,000
• Vida de la mina en proceso	9
• Producción promedio anual	92,000 oz
• Proporción de mineral-tepetate	1:1

De manera paralela a las operaciones mineras se prevén acciones de mejoramiento del sitio y áreas inmediatas, con el desarrollo de actividades productivas y de conservación, para que una vez que llegue al término de las actividades mineras, las obras sean restauradas, desarrollando condiciones adecuadas para la continuidad de la vida silvestre y el desarrollo de actividades productivas.

II.1.1.2. Justificación y objetivos

Sonora es el principal estado minero del país, pues el valor agregado bruto de su industria minera en los últimos años es por mucho el más alto de todas las entidades, siendo el oro y la plata componentes importantes de la misma. La Ampliación minera La India asegura en área y obras dicho compromiso, donde se extraerán y beneficiarán ambos metales.

Con el desarrollo del proyecto minero se pretende coadyuvar a:

- El proyecto es un detonante en la economía regional, con una tasa de retorno superior al 25%.
- Generar aproximadamente 350 empleos directos en la etapa de operación y 1200 en la etapa de construcción. Este proyecto minero traerá empleos a una zona rural donde las oportunidades laborales son escasas, pues la principal actividad económica formal es la ganadería, dándose la agricultura a baja escala en la región.
- A la vez, promueve el desarrollo de proveedores locales en bienes y servicios para el proyecto
- Contribuir al desarrollo socioeconómico general de la zona Este de Sonora, pues el proyecto puede ser detonante para la promoción y fomento de otras actividades económicas y socioculturales.

El proyecto fue evaluado desde el punto de vista técnico, económico y ambiental, resultando viable las actividades previstas en el sitio con el arreglo propuesto, con potencial para convertirse en una mina rentable, donde el recurso mineral identificado, medido, indicado e inferido es económicamente viable.

Lo anterior sin menoscabo de comprometer los recursos técnicos y económicos garantizando las mejores prácticas de protección ambiental del área toda vez que:

- No se comprometerá la biodiversidad regional
- No se provocará la erosión de los suelos
- No se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación, y
- Que los usos alternativos del suelo que se proponen en el presente estudio, son más productivos a largo plazo en la región, que el resto de las actividades que actualmente se llevan a cabo.

Más adelante, en la identificación de impactos ambientales y medidas de mitigación, se desglosan estos apartados.

II.1.1.3. Antecedentes del proyecto

El primer descubrimiento de oro en la región, según lo registraron colonos españoles, fue realizado en 1673 en Ostimuri. El depósito de oro en Mulatos fue descubierto por los españoles en 1806 pero es probable que los indígenas hayan explotado la zona oxidada de asientos de oro del depósito de Mulatos antes de la época colonial. Durante los últimos dos siglos la minería de pequeña escala ha sido semi-continua en el distrito. Gran parte de la minería inicial y toda la minería actual de pequeña escala (minería manual por mineros artesanales locales) buscan fracturas oxidadas con oro de grano fino visible. Pequeñas minas subterráneas y prospectos se hacen presentes a lo largo de las áreas de La Cruz y La Viruela (involucradas a los espacios de Ampliación minera La India). Los residentes locales declaran que la propiedad de La Cruz – La Viruela fue explotada intermitentemente en pequeña escala durante los primeros años de los 1920's y los 30's. En los 1980's, New Golden Sceptre Minerals y New Goliath Minerals realizaron aproximadamente 2,000 m de barrenación de percusión. A principios de los 1990's Noranda adquirió los derechos de La Cruz – La Viruela y completó 2,616 m de perforación de circulación inversa. En 1993, San Fernando Mining Company Ltd. adquirió la propiedad y realizó más perforaciones, incluyendo 10 barrenos de diamante con un total de 2,268 m en La Viruela y 11 barrenos de diamante en La Cruz para un total de 1,292 m. Grayd Resource Corporation (de la cual es subsidiaria la empresa promotora) ha explorado proactivamente el proyecto desde 2004. En las campañas de perforación, Grayd Resource completó 7,557 metros de perforación en las áreas de La Viruela, La Cruz, Cerro de Oro, Cieneguita y Española. Las campañas de exploración y perforación de 2004, 2006, 2007, 2008, 2009 y enero de 2010 han proporcionado suficiente información para permitir que la estimación de recursos de tipo CSA NI43-101 sea medida, indicada e inferida. En 2006, 2007 y 2009, Grayd Resource contrató a Kappes, Cassiday & Associates (KCA) para realizar pruebas metalúrgicas preliminares en los detritos de circulación inversa y testigo de perforaciones obtenidos de la zona principal y zona norte. Los óxidos produjeron extracciones de oro de 85% a 96% con un consumo de cianuro de 0.31 a 1.78 kg/ton, mientras que el material sulfuroso produjo extracciones de oro de 5% a 86% y consumos de cianuro de 1.09 a 6.81 kg/ton. Las pruebas de rotación de botellas para la extracción de plata del material óxido produjeron recuperaciones de 18% a 95% pero, debido al bajo contenido de plata en la mayoría del material mineralizado de La India, la plata no se considera económicamente significativa.

Hay tres áreas que han sido el punto principal de exploración y perforación para el desarrollo de recursos: la zona norte (llamado área de minado Norte ya autorizado para mina La India), la cual comprende las áreas de La Cieneguita, Española, Cochis; área La India (llamada área de minado La India ya autorizada) que comprende parte de las áreas de La Viruela y La Cruz; y la zona principal (porción Sur), la cual comprende el resto de las áreas de La Viruela, La Cruz y el Cerro de Oro. Actualmente esta última zona (Área de minado La Principal sujeta a la presente solicitud) la cual es el centro de atención en la presente solicitud toda vez que las labores de exploración quedaron definidas como viables y se lograron los acuerdos superficiales necesarios, por lo que resultó viable como etapa de crecimiento para el desarrollo minero La India.

II.1.2 Selección del Sitio

La selección del sitio fue definida en función directa con la configuración del yacimiento minero, el cual estará delimitado por la zona mineralizada, mientras que las obras e instalaciones para operar la unidad minera se diseñan lo más compacto y cercano posible al yacimiento para disminuir distancias de acarreo y perturbar la menor superficie posible. Otros factores determinantes en la ubicación de las obras e infraestructura de apoyo al desarrollo minero son la topografía y rasgos hidrológicos del área.

Además, la configuración del terreno obedece a los estudios previos señalados a través del presente capítulo, en particular los estudios de diseño, de línea ambiental y las cualidades del sitio donde se pretenden las obras mineras.

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

II.1.3.1. Ubicación física del proyecto

La Ampliación minera La India, se localiza en la porción Este del Estado de Sonora, aproximadamente a 220 km de la ciudad de Hermosillo Sonora y a 30 km al Oeste de la frontera Sonora-Chihuahua, en el distrito minero de Mulatos dentro del municipio de Sahuaripa, Sonora. Las coordenadas del centro del área del proyecto se ubica en la zona 12 UTM, NAD27 709,000E 3,174,000N, o Latitud Norte 28° 40' 41", Longitud Oeste 108° 51' 40". Ver figura II.1.

El proyecto se encuentra dentro de la Región hidrológica 9, Cuenca B Río Yaqui, Subcuenca n Sahuaripa, cubierto por bosque de encino y encino-pino, en terrenos de propiedad privada adquiridos por la empresa promovente, según consta en el ANEXO 2 de este documento.

Las coordenadas de ocupación del proyecto resultantes para mina La India, son un total de 272 vértices que componen las 3,318.714 ha, siendo las siguientes:

**Tabla II.1. Cuadro de construcción para las 3,318.714 ha resultantes de mina La India, en coordenadas UTM
Zona 12 N, Datum Nad27.**

PI	X	Y
1	705810.36	3176423.74
2	705771.64	3176451.86
3	705718.54	3176493.14
4	705697.23	3176490.29
5	705661.10	3176509.70
6	705644.95	3176500.14
7	705603.01	3176520.08
8	705581.11	3176536.12
9	705561.37	3176548.73
10	705549.31	3176552.88
11	705504.55	3176555.08
12	705336.96	3176571.33
13	705283.18	3176570.04
14	705259.85	3176567.22
15	705236.68	3176562.83
16	705192.27	3176553.46
17	705160.98	3176545.24
18	705120.71	3176537.66
19	705108.46	3176534.15
20	705093.76	3176531.35
21	705041.98	3176516.16
22	705011.50	3176516.08
23	704978.26	3176528.64
24	704970.07	3176544.17
25	704963.74	3176555.56
26	704962.35	3176562.26
27	704963.07	3176582.15
28	704970.92	3176610.23
29	704976.79	3176632.54
30	704982.67	3176640.89
31	704993.97	3176654.77
32	705014.21	3176678.06
33	705040.41	3176704.18
34	705069.07	3176715.30
35	705104.68	3176730.15
36	705137.22	3176746.38
37	705157.43	3176759.42
38	705203.12	3176789.38
39	705228.86	3176808.93
40	705256.34	3176831.91
41	705284.72	3176859.67
42	705302.53	3176878.89
43	705354.01	3176937.20
44	705361.49	3176954.83
45	705395.36	3177043.80
46	705406.71	3177075.58
47	705420.61	3177131.17
48	705427.38	3177177.71
49	705438.03	3177238.41
50	705452.07	3177274.35
51	705475.20	3177331.42
52	705484.52	3177367.15
53	705489.07	3177405.06
54	705483.05	3177473.74
55	705275.38	3177427.71
56	705267.85	3177435.68
57	705244.17	3177460.96
58	705233.48	3177475.81
59	705228.15	3177487.67
60	705213.04	3177552.86

61	705205.55	3177574.76
62	705190.22	3177605.17
63	705168.26	3177653.86
64	705156.59	3177683.07
65	705149.67	3177699.65
66	705140.22	3177726.81
67	705137.51	3177739.43
68	705141.16	3177784.95
69	705170.53	3177834.39
70	705177.59	3177851.52
71	705200.76	3178233.11
72	705197.02	3178258.20
73	705192.90	3178263.70
74	705183.23	3178295.18
75	705187.52	3178344.41
76	705143.76	3178405.72
77	705109.24	3178432.03
78	705072.53	3178463.90
79	705078.15	3178485.86
80	705077.28	3178518.47
81	705077.05	3178547.57
82	705081.95	3178615.13
83	705067.00	3178757.92
84	705056.83	3178823.70
85	705049.52	3178861.22
86	705070.99	3178947.79
87	705096.19	3179023.10
88	705105.85	3179130.35
89	705138.74	3179171.76
90	705163.20	3179270.99
91	705153.25	3179383.28
92	705142.02	3179484.89
93	705113.58	3179563.38
94	705096.40	3179641.28
95	705064.59	3179699.81
96	705041.95	3179752.92
97	705015.71	3179790.47
98	705050.49	3179863.77
99	705151.92	3179905.63
100	705209.31	3179919.11
101	705250.33	3179933.48
102	705280.69	3179939.38
103	705307.23	3179951.60
104	705321.80	3179965.08
105	705416.78	3180025.74
106	705451.32	3180047.56
107	705156.06	3180255.29
108	705135.27	3180351.67
109	705050.45	3180605.05
110	705001.77	3180675.71
111	704998.30	3180690.73
112	704977.25	3180763.40
113	704996.99	3180862.56
114	705006.22	3180885.73
115	705004.61	3180958.23
116	704979.25	3180988.39
117	704979.25	3181090.38
118	705007.73	3181204.88
119	705128.53	3181318.29
120	705143.57	3181417.50
121	705114.82	3181480.88
122	705076.85	3181618.04
123	705056.60	3181671.73
124	705026.57	3181719.02

125	704953.77	3181848.98
126	704973.82	3181865.28
127	704955.51	3181940.95
128	704745.81	3182340.27
129	704703.81	3182395.88
130	704711.61	3182466.67
131	704692.38	3182493.39
132	704727.52	3182573.26
133	704757.11	3182636.94
134	704762.57	3182676.35
135	704771.28	3182711.05
136	704822.63	3182751.17
137	704939.05	3182821.56
138	705012.69	3182867.03
139	705016.20	3182879.38
140	705015.31	3182889.86
141	705022.81	3182896.73
143	705047.89	3182869.33
144	705071.08	3182886.53
145	704976.98	3183134.71
146	704954.31	3183179.63
147	704980.80	3183522.70
148	705056.32	3183632.72
149	705224.29	3183598.88
150	705779.91	3183571.74
151	705915.18	3183513.30
152	705991.04	3183465.95
153	706127.34	3183436.50
154	706177.72	3183459.16
155	706258.70	3183444.74
156	706287.06	3183437.92
157	706321.60	3183460.14
158	706375.24	3183460.14
159	706390.75	3183428.24
160	706429.39	3183275.15
161	706447.32	3183168.21
162	706481.39	3183046.09
163	706533.07	3183060.97
164	706569.73	3183046.48
165	706596.86	3183052.94
166	706810.44	3182741.73
167	706940.00	3182807.23
168	707010.35	3182958.02
169	707541.62	3183197.38
170	707658.56	3182905.15
171	707951.47	3182630.78
172	708207.36	3182749.52
173	708403.03	3182831.81
174	708856.84	3182892.56
175	708925.05	3182738.33
176	708973.01	3182745.42
177	709076.61	3182694.19
178	709522.33	3182681.25
179	709692.89	3182808.38
180	709959.88	3182797.76
181	709989.28	3182539.06
182	709991.92	3182396.91
183	710004.07	3182310.69
184	710014.32	3182223.9
185	710044.1	3182123.76
186	710062.41	3181944.75
187	710025.08	3181895.63
188	709987.75	3181797.31
189	709986.04	3181745.92

190	710073.77	3181592.1
191	710041.28	3181518.02
192	710066.37	3181263.22
193	710077.14	3181152.44
194	710011.83	3181119.59
195	709704.15	3180609.03
196	709698.57	3180608.56
197	709692.46	3180607.3
198	709692.3	3180605.27
199	709689.09	3180609.83
200	709687.46	3180609.58
201	709661.45	3180657.26
202	709636.94	3180672.03
203	709619.39	3180695.9
204	709618.6	3180719.95
205	709621.91	3180727.49
206	709633.93	3180760.27
207	709591.32	3180808.1
208	709127.4	3180972.96
209	708996.73	3181030.72
210	708895.03	3181068.13
211	708880.56	3181095.47
212	708825.76	3181125.52
213	708799.43	3181128.07
214	708780.32	3181139.07
215	708765.74	3181156.39
216	708744.03	3181161.7
217	708703.07	3181151.21
218	708651.58	3181105.56
219	708603.68	3181062.29
220	708565.13	3181014.02
221	708521.61	3181002.65
222	708489.63	3180970.88
223	708470.76	3180949.14
224	708439.14	3180944.7
225	708391.16	3180944.98
226	708330.35	3180934.44
227	708325.09	3180918.34
228	708292.36	3180890.69
229	708265.39	3180854.04
230	708250.15	3180818.13
231	708186.68	3180753.54
232	708173.85	3180725.89
233	708102.57	3180616.36
234	708037.78	3180496.87
235	708028.52	3180479.77
236	707967.53	3180290.23
237	707954.11	3180269.38
238	707914.69	3180221.67
239	707909.13	3180201.03
240	707925.6	3180156.56
241	707954.86	3180105.28
242	707982.09	3180053.62
243	707995.71	3180033.47
244	708007.4	3180010.63
245	708020.04	3179994.07
246	708033.18	3179979.58
247	708083.12	3179900.26
248	708125.06	3179892.15
249	708176.29	3179889.53
250	708220.44	3179874.95
251	708250.37	3179855.54
252	708367.11	3179789.74
253	708443.08	3179735.17

254	708460.24	3179655.86
255	708499.84	3179534.72
256	708547.46	3179432.82
257	708555.34	3179347.26
258	708829.34	3179181.65
259	708994.98	3179076.72
260	708837.75	3178030.02
261	708837.87	3177389.07
262	709114.59	3177421.65
263	709784.79	3176703.94
264	708987.2	3174219.76
265	706489.42	3174551.69
266	706533.42	3174666.69
267	706447.42	3175403.69
268	706496.42	3175668.69
269	706179.42	3175766.69
270	705839.42	3176127.69
271	705843.42	3176324.69
272	705875.42	3176371.69

II.1.3.2. Características de la localización del proyecto.

La Ampliación minera La India se ubica en terrenos de propiedad privada a aproximadamente 6 Km al NW de Matarachi, dentro del municipio de Sahuaripa, en la porción Este de la entidad federativa Sonora, México. La zona del proyecto registra una altitud máxima de 2,120 m snm en el cerro El Realito y una altitud mínima de 1,240 en el arroyo San José. La vegetación característica es del tipo bosque de encino y encino pino con uso actual de agostadero, exploración minera y obras de construcción de mina La Aindia, autorizada mediante los resolutivos en materia de Impacto y Riesgo ambiental DS-SG-UGA-IA-0291-12 para 327.134 ha y Oficio DS-SG-UGA-IA-0729-12.

El proyecto se ubica en la región hidrológica RH09 Sonora Sur, en la porción central sur de la cuenca del río Yaqui (Cuenca B), dentro de la subcuenca del río Sahuaripa (Subcuenca n). A nivel local se detallaron 5 unidades ambientales, como se describe más adelante.

En el área donde se pretende desarrollar el proyecto NO se ubica dentro Áreas Naturales Protegida federal o estatal alguna y no obstante que se ubica al interior de la Región Hidrológica Prioritaria #16 Río Yaqui-Cascada Basaseachi, se tomarán las consideraciones pertinentes de no afectación. El clima en la estación climática Yécora (26109), que se considera la estación más cercana y que asemeja la zona del proyecto, es sub-húmedo templado, con temperatura media anual de 13.8 y precipitación media anual de 1,012.5 mm.

La principal actividad productiva en la zona del entorno al proyecto es la ganadería, solo para el autoconsumo y mercado local. También se tiene la presencia de pocas y pequeñas parcelas de cultivo, sobre todo para el establecimiento de huertas familiares. El rubro minero ha consistido hasta ahora de actividades de exploración por parte de la empresa promotora, a partir del año 2004. Actualmente en la zona se presenta una red de caminos y obras de barrenación. La operación minera más cercana es la mina Mulatos, ubicada a aproximadamente 14 km, en línea recta, al SW del proyecto. La comunidad más cercana al proyecto es Matarachi, ubicado a 6 Km al SW del proyecto. Este poblado cuenta con 163 Habitantes y está comunicado por camino de terracería en buenas condiciones. Este poblado cuenta con el servicio de energía eléctrica y agua entubada, aunque se detectan deficiencias en cuanto al servicio drenaje y la disposición de basura.

A nivel regional, los terrenos superficiales son propiedad del ejido Matarachi (comunidad agraria) y partes privadas. Sin embargo, todas las obras mineras del proyecto se encuentran dentro de tierras de propiedad privada a favor de la empresa promovente.

La Ampliación minera La India posee las concesiones mineras que se ubican principalmente en el municipio de Sahuaripa, Sonora, México. Las concesiones mineras son actualmente controladas por Agnico Sonora S.A. de C.V. (Grayd) a través de su posesión directa y de 8 acuerdos separadas. En el ANEXO 2-E se presentan los Títulos de concesión minera donde se inserta la presente solicitud.

II.1.3.3. Vialidades y acceso al proyecto.

El acceso terrestre al sitio partiendo desde Hermosillo, la capital de Sonora, es por la carretera estatal Hermosillo-Sahuaripa. A partir de Sahuaripa se toma el camino hacia el Valle de Tacupeto en un recorrido de 55.3 km por camino pavimentado hasta el poblado de Guisamopa, a partir de ahí se sigue rumbo a Mulatos por camino de terracería, recorriendo aproximadamente 57 km hasta el sitio del proyecto, pasando por los poblados Trigo de Corodepe y La Iglesia.

El acceso aéreo desde la ciudad de Hermosillo es de aproximadamente una hora, llegando a una pista en regulares condiciones que se ubica en el poblado Matarachi, del cual hay que tomar la terracería hacia el Noroeste de dicha localidad, hacia el actual campamento de exploración de mina La India.

II.1.4 Inversión requerida

La inversión de capital que se hará para mina La India será de alrededor de 123 millones de dólares americanos. Este monto incluye las áreas de ampliación solicitadas en el presente documento.

En el reporte del análisis económico del proyecto, se incluyen los rubros de estudios previos en sitio, gestiones, estudios diversos encaminados al proyecto, costos de preproducción, operación, protección al ambiente, programas de conservación, comunitarios y restauración de áreas afectadas, entre otros. La tabla II.2 enumera los costos de inversión asociados al proyecto.

Tabla II.2. Inversión estimada de mina La India

Inversión	Millones de USD
Costos de diseño	
Dimensionamiento del proyecto, gestiones iniciales	2.50
Ingeniería básica y estudios asociados	3.50
Subtotal	6.00
Trámites y servicios	
Caminos de acceso	0.90
Obtención de fuente de suministro de agua	2.00
Estudios de línea base	2.00
Tramites y pagos de derecho diversos ante SEDENA, CONAGUA, Secretaría de Energía CRE, etc	0.50
Estudios, trámites y costos de compensación ambiental	1.80
Subtotal	7.20

Costos de pre-producción	
Trabajos a nivel de sitio	6.00
Equipo de mina	26.10
Equipo de proceso (quebradora, patio, piletas, planta)	22.20
Infraestructuras (accesos, campamento, generadores, compras)	10.10
Gastos indirectos y seguros	1.80
Contingencias	6.50
Subtotal	72.70
Mantenimiento	
Trabajos a nivel de sitio	4.50
Equipo de mina	8.10
Proceso (principalmente expansión de patios y piletas)	15.00
Compra de propiedades	1.50
Contingencias	2.80
Subtotal	31.90
Restauración y medidas de seguridad	
Programas de conservación y obras comunitarias	0.70
Medidas, procedimientos y dispositivos de protección al ambiental	1.20
Programas y acciones concurrentes en cierre, detoxificación y restauración del sitio	2.20
Medidas de seguridad, capacitación, contingencias y de control	0.80
Subtotal	4.90
Total estimado	122.70

II.1.5 Dimensiones del proyecto

En apego a los términos de cambio de uso de suelo en materia de impacto ambiental, se presenta el siguiente desglose de superficies.

Las principales obras que conforman actualmente a mina La India son las siguientes:

Tabla II.3. Ocupación actual de mina La India

Estudio	Oficio	Fecha	Tema	Superficie (ha)
MIA-P	DS-SG-UGA-IA-0291-12	12/04/2012	Mia-P La India	327.134
1er. Aviso modificación de Obras	DS-SG-UGA-IA-0729-12	23/07/2012	Campamento La India	2.94
MIA-P	DS-SG-UGA-IA-1018-12	22/10/2012	Mia-P Ampliación LI	156.63
No requerimiento de IA	DS-SG-UGA-IA-0059-14	23/01/2014	Acueducto La India	Aclaración
2do. Aviso modificación de Obras	DS-SG-UGA-IA-0061-14	23/01/2014	Caseta vig, tendido eléctrico, casetas de control eléctrico, rehabilitación de obras, dispositivos meteorológicos y piletas de	2.5
3ro. Aviso modificación de Obras	DS-SG-UGA-IA-0665-14	11/07/2014	Presa cieneguita, sedimentación y El Escondido	2.5
MIA-P	DS-SG-UGA-IA-0762-14	12/08/2014	Presa La India	28.065
4to. Aviso modificación de Obras	DS-SG-UGA-IA-1055-14	14/11/2014	Ampliación servicios (3.56 ha) y Minado Norte (11.3 ha)	14.856
MIA-P	DS-SG-UGA-IA-1091-14	27/11/2014	Aeródromo La India	2.81
5to. Aviso modificación de Obras	DS-SG-UGA-IA-0269-16	12/04/2016	Aclaración bordo El Escondido	2.3904
				539.8254

a). Superficie total del polígono del proyecto

La superficie total de Ampliación minera La India es llegar a las 3,318.714 de las cuales 539.8254 se encuentran actualmente en operación. La superficie natural está cubierta por bosque de encino y de encino pino, de acuerdo al siguiente desglose:

Tabla II.4. Desglose proyectado de mina La India

		Sup (ha)	Subtotal (ha)	Sup (ha)		
MIA-P	Solicitud	Mina La India en Operación (Ver desglose anterior)			539.8254	
		Ampliación de tajo	1	0.2613	66.273	
			2	0.6398		
			3	0.6769		
		Ampliación de tepetateras	1	53.23		53.23
		Camino nuevos	1	10.517		11.4649
			2	0.2644		
			3	0.6145		
			4	0.069		
		Áreas de servicio, amortiguamiento y salvaguarda	Resto de la superficie			2712.6157
Total				3318.714		

La Ampliación minera La India queda comprendida dentro de cuatro propiedades privadas, a favor de Agnico Sonora S.A. de C.V. (Ver documentos notariados en ANEXO 2).

II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias

A nivel regional, la principal actividad productiva que se registra actualmente en la zona es la ganadería del tipo extensivo. La zona presenta un grado de conservación aceptable dado que no se realizan aprovechamientos forestales, con excepción de la extracción de leña muerta y postería, para el autoconsumo y mercado local.

También se tiene la presencia de pocas y pequeñas parcelas de cultivo, sobre todo para el establecimiento de huertas familiares. La operación minera más cercana al proyecto es la mina Mulatos, ubicada a aproximadamente 14 km, en línea recta, al SW del proyecto.

El polígono que componen la Ampliación minera La India se encuentran con antecedentes de exploración minera (mismos que dieron pauta para la explotación del yacimiento) con una red de caminos y obras de barrenación rodeado por terrenos de agostadero. El uso potencial considerando la cartografía existente y los criterios técnicos que sustentan el o los posibles usos que pudiera dársele al terreno es el siguiente:

Uso Potencial Forestal.- De acuerdo al INEGI (1982a), la Ampliación minera La India se ubica en terrenos con vocación forestal de tipo doméstico, toda vez que la cobertura vegetal presenta arreglos o condiciones que sólo permiten la extracción de productos de forma restringida, únicamente para la utilización directa con fines domésticos. En el extremo Este del proyecto existen tierras con vocación para uso forestal comercial, por las especies vegetales presentes. Para ambos casos, se indica que la aptitud del suelo para desempeñar la vocación forestal revela que la condición de la vegetación actual es media (regular) y que la extracción de los productos forestales es baja (fotos II.1 a y b).



Fotos II.1 a y b Comunidades de pino de talla juvenil y espacios con rebrotes de especies.

El proyecto minero forma parte de una zona arbolada forestal de la que hasta hace cinco años se extraía producto con fines comerciales a baja escala. La actividad tuvo como consecuencia que actualmente existen pocos elementos florísticos maderables en estado adulto, siendo dominado por un paisaje forestal de talla menor en cuanto a grosor de la madera y espacios sólo con rebrotes, tanto de pinos como encinos. El sistema de información forestal de la CONAFOR, que agrupa y ordena los terrenos forestales y preferentemente forestales dentro de las cuencas, subcuencas y microcuencas hidrológico-forestales, por funciones y subfunciones biológicas, ambientales, socioeconómicas, recreativas protectoras y restauradoras, indica que el proyecto de La India se encuentra fuera de la zonificación de áreas prioritarias que contempla en conservación.



Fotos II.2 a y b Imágenes de incendios ocurridos en el 2006 (abril y julio), vistos desde el actual campamento.

La región ha presentado incendios forestales (fotos II.2 a y b), de los que el más reciente cercano al proyecto data del año 2006, localizado al extremo noreste de Ampliación minera La India y el cual contribuyó al rebrote de estos especímenes. Cabe resaltar que dentro de El polígono solicitado NO ha ocurrido incendio forestal.

Uso potencial agrícola.-La zona de Ampliación minera La India corresponde a tierras que no presentan vocación para la agricultura (INEGI, 1982b). Lo anterior debido a que las propiedades de la tierra no permiten ningún tipo de utilización agrícola, salvo alguno de carácter especial. El nivel de aptitud del terreno indica que cualquier desarrollo de cultivos tendría bajos rendimientos, debido a que los procedimientos de labranza son nulos y no existe suministro de agua (INEGI, 1998b). Sin embargo, dentro del proyecto existen pequeñas parcelas con evidencia de abandono, que han sido utilizadas para la siembra de frutales como durazno y manzana, nogal de nuez y parcelas de maíz (fotos II.3. a y b, y II.4 a y b).



Fotos II.3 a y b Actividad agrícola incipiente en pequeñas huertas y tierras.



Fotos II.4 a y b Actividad agrícola incipiente (manzana y nogal respectivamente).

Uso potencial ganadero.- Conforme al INEGI (1982c), las tierras son aptas para el aprovechamiento de la vegetación natural únicamente por el ganado caprino, debido a que en estos terrenos no es posible el establecimiento de praderas cultivadas, además que las condiciones topográficas sólo permiten la movilidad de dicho tipo de ganado. En cuanto al nivel de aptitud se indica una condición baja para satisfacer los requerimientos pecuarios, con nula posibilidad de pastizal cultivado, así como baja movilidad del ganado y escaso valor nutritivo de la vegetación aprovechable (INEGI, 1982c).

De acuerdo al diagnóstico de los agostaderos del Estado de Sonora, elaborado por la SAGARPA y COTECOCA (2002), se tiene que el proyecto se ubica en la región ecológica templada, compuesta de bosques de encino, pino y encino-pino. Su función principal es de cuencas hidrológicas con aprovechamiento forestal en algunas áreas (16.5%) y ganadero en una superficie de 1'207,927 ha. que equivalen al 6.5% de la superficie estatal.

Dentro de esta región, la zona ganadera donde se ubica el proyecto se denomina “Sierra Sur”, caracterizada por realizar exclusivamente una ganadería extensiva de bovino con las razas Charoláis, Beeffmaster, Limousin, Cebú rojo y Brahmán en los ranchos más tecnificados y criollo cruzado y corriente en ranchos y comunidades de baja tecnología; existe la ovino-caprinocultura en muy baja escala con razas criollas cruzadas. La producción se destina principalmente para el consumo local y regional y parte para exportación.

La producción caprina y ovina se destina para el autoconsumo y el mercado local. Finalmente, el área de estudio se ubica en el Distrito de Desarrollo Rural 146, Sahuaripa, donde el coeficiente de agostadero aplicado es de 9.9 ha / unidad animal (UA), aún cuando el recomendado es de 27 ha/UA. Los propietarios de los terrenos arrendados al proyecto la India, poseen ganado vacuno y equino, que pastan de manera extensiva dentro del proyecto minero, como se aprecia en las fotos II.5 a y b.



Fotos II.5 a y b Presencia de ganado vacuno y equino en el área de estudio.

Uso potencial minero.- La Ampliación minera La India se ubica en el distrito minero Mulatos que durante muchos años, señalado desde 1600 en los antecedentes del proyecto, se ha caracterizado por tener una historia minera importante en la producción de oro (Gray y Guiroux, 2009). Desde hace décadas, se han desarrollado diversos programas de exploración geológica como cartografía, muestreo de roca y arroyos, barrenación e incluso campañas de exploración geofísica y geoquímica evidenciando la presencia de yacimientos minerales que indican una vocación para la actividad minera, incluido el proyecto La India, el cual presenta zonas con potencial económico en mineralización de oro (Jenkins, 1994; Páez, 2008; Gray y Giroux, 2009). Además, en el pasado han existido diversas minas operando en la zona (Fotos II.6 ay b). De esta forma, se establece el potencial del proyecto minero para desarrollar la extracción del mineral con fines comerciales.



Fotos II.6 a y b Tiro minero producto de minería antigua y vestigios de actividad minera en la región.

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

La Ampliación minera La India se ubica en una zona rural con acceso desde Hermosillo por la carretera estatal Hermosillo-Sahuaripa y por diversos caminos de terracería que comunican el proyecto con los poblados Trigo de Corodepe, La Iglesia, Tarachi y Matarachi. Ver figura II.1 de este documento.

La ciudad de importancia más cercana es Arivechi, Sonora localizada a cerca de 37 km en línea recta hacia el noroeste del proyecto minero (aún cuando el proyecto se ubica físicamente en el municipio de Sahuaripa), con cobertura de infraestructura en comunicaciones y servicios.

El poblado rural más cercano al proyecto es Matarachi, ubicado a 6 Km al SW del proyecto. Este poblado cuenta con 163 Habitantes y está comunicado por camino de terracería en buenas condiciones. Este poblado cuenta con el servicio de energía eléctrica y agua entubada, aunque se detectan deficiencias en cuanto al servicio drenaje y la disposición de basura.

En un radio aproximado de 20 Km se encontraron comunidades de tres municipios: Sahuaripa, con 12 localidades, Arivechi y Yécora con 1 localidad, como se detalla más adelante en el apartado socioeconómico.

Las comunicaciones actuales son principalmente mediante radio y celular a todos los ejidos, comunidades y ranchos de la zona. También se tiene cobertura de televisión en todo el territorio de los municipios de Sahuaripa y Arivechi.

II.2 Características particulares del proyecto

La Ampliación minera La India consiste en superficie y obras necesarias para el desarrollo óptimo del proyecto minero La India, al insertarse las áreas pendientes de adquisición superficial para el área de minado Principal con lo que se completa la configuración de obras necesarias originalmente manifestadas, así como la adición de superficies resultantes del detalle de obras producto de la configuración a detalle del proyecto.

Con lo anterior, se define el desarrollo para explotación de un yacimiento con contenidos de oro y plata por el método de minado superficial (tajo abierto) y el beneficio se inserta a mina La India ya autorizado. Ver Figura II.2.

Mina La India cuenta con las autorizaciones favorables en materia de impacto ambiental de acuerdo al Oficio Resolutivo en materia de Impacto y Riesgo ambiental DS-SG-UGA-IA-0291-12 para 327.134 ha en cinco polígonos. Posteriormente ocurre la Autorización para la modificación de obras y campamento de mina La India según Oficio DS-SG-UGA-IA-0729-12 del 23 de julio de 2012. En esta ocasión la ampliación minera incluye la ocupación de envolvente de obras y servicios de salvaguarda minero hasta llegar a las 3,318.714 ha para la ocupación de obras de complemento al proyecto minero La India.

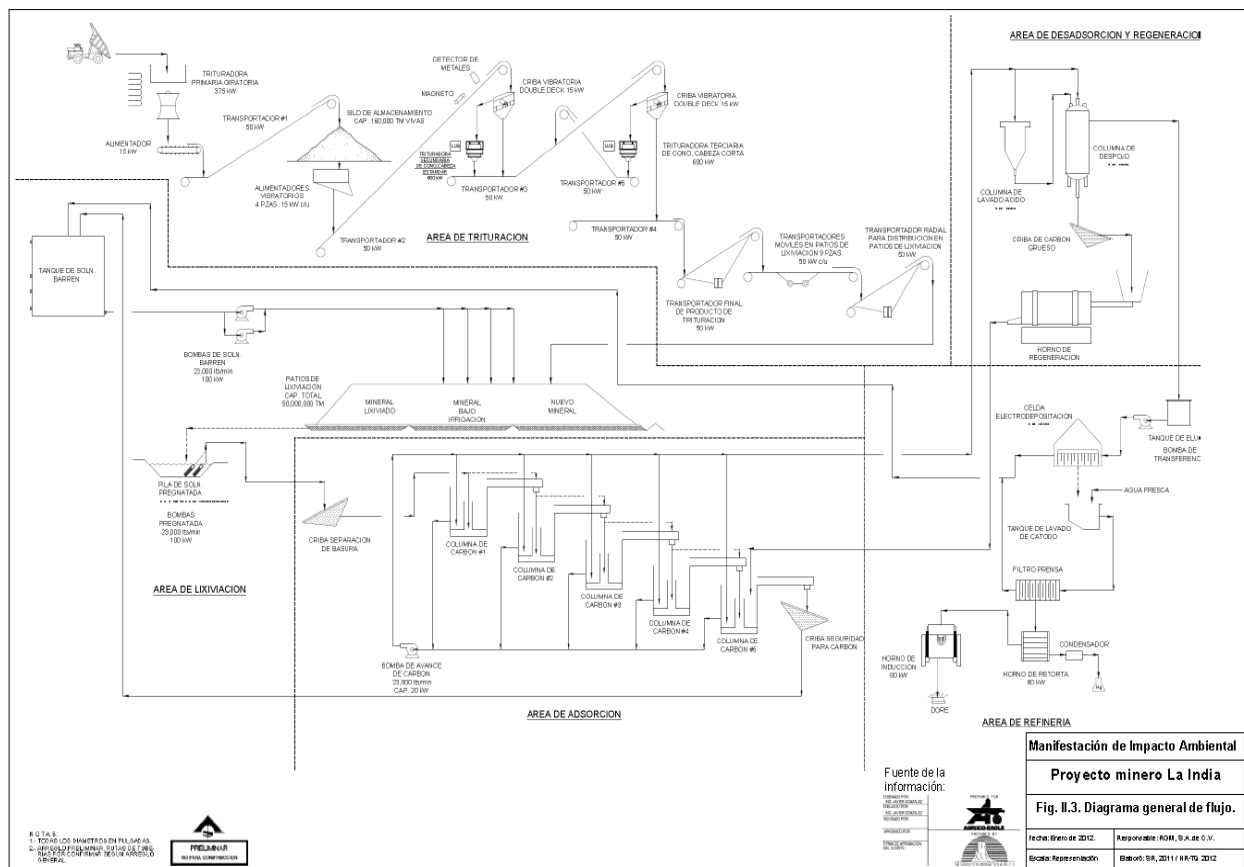


Figura II.2. Diagrama general del proceso minero donde se inserta la ampliación minera

II.2.1 Programa General de Trabajo

El proyecto de ampliación se inserta al programa de trabajo de la mina, la cual tiene una vida útil de 12 años compuesto de un año de preparación del sitio y construcción (pre-producción), nueve años de operación y dos años de cierre, siendo el año 11 compartido con la operación residual. Previamente (desde 2004) ocurrió la exploración que sustenta el rango de minado del proyecto, así como la adquisición de las concesiones mineras, regulación de acuerdos con superficiarios y estudios de línea base ambiental.

Las actividades del proyecto se inician con los estudios de factibilidad económica, en forma casi paralela con la preparación de estudios técnico-ambientales para la obtención de permisos y autorizaciones en materia ambiental, riesgo y cambio de uso de suelo.

Estudios económicos.

Con base en los resultados de las diferentes campañas de exploración minera, pruebas metalúrgicas al mineral y otras evaluaciones técnicas y económicas, se evaluó la factibilidad de del desarrollo minero La India, que a la fecha ha resultado favorable.

Estudios ambientales de línea base

Desde el 2009 hasta la fecha, diferentes grupos de especialistas, han realizado los estudios ambientales base y evaluaciones geofísicas, geoquímicas e hidrológicas en el área de influencia de Ampliación minera La India, incluyendo muestreos de la calidad del agua, suelo, sedimentos, aire, flora y fauna. La información generada es citada como fuente de información a través del desarrollo del documento. Todos estos estudios encaminados a la preparación de la *Manifestación de impacto ambiental* y el *Estudio técnico justificativo* para solicitar el cambio de uso de suelo de forestal a minero.

Permisos y autorizaciones.

La Ampliación minera La India ya cuenta con los terrenos superficiales mismos que se presentan en los estudios ambientales ante la SEMARNAT (Ver ANEXO 2). También se cuenta con los títulos de concesión minera vigentes para el proyecto, así como la liberación del predio por parte del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Con base en los estudios ambientales de línea base se prepararon los diferentes estudios que se requieren someter ante la SEMARNAT para que se evalúe y autorice el desarrollo del proyecto. Mina La India cuenta con las autorizaciones favorables en materia de impacto ambiental de acuerdo al Oficio Resolutivo en materia de Impacto y Riesgo ambiental DS-SG-UGA-IA-0291-12 y la Autorización para la modificación de obras y campamento de mina La India según Oficio DS-SG-UGA-IA-0729-12. Actualmente se gestiona también lo relativo a permisos para la extracción y uso de agua de fuentes subterráneas, ante la Comisión Nacional del Agua y lo relativo al permiso para almacenamiento, manejo y uso de explosivos ante la Secretaría de la Defensa Nacional.

Planeación, diseño, ingeniería y construcción

Los trabajos de planeación y diseños de ingeniería del proyecto dieron inicio desde principios del año 2010, definiéndose en el primer semestre del 2012, antes de iniciar con la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto.

Preparación del sitio y construcción

En esta etapa se realiza primeramente el rescate de especies de flora y fauna de interés y los desmontes y despalmes del terreno en apego al plan de trabajo desarrollado. En detalle, la construcción de la infraestructura para proceso y servicios será desde el inicio del proyecto, lo que tomará aproximadamente 12 meses construir el proyecto.

Operación

Se planea iniciar en el segundo semestre del 2016 para insertarse a la mina en operación. Las operaciones mineras durarán hasta el año 2024. Actualmente se continúan actividades de exploración para incrementar las reservas. Las actividades principales fueron autorizadas previamente considerando que el ciclo de vida de operación del proyecto La India se estima en 8.85 años suponiendo que no se encontraran más reservas. No existe un período de preproducción de extracción. Por ello se destaca que la etapa de operación es de nueve años más el año 10 de producción residual y del lavado, mismo año que se comparte con el cierre del proyecto (año 11 acumulado). La recuperación de oro de la planta de lixiviación estimada por varios tipos de material, según lo indicado en las pruebas, promedia 84%.

Abandono

El cierre y abandono de algunas áreas como la mina y trituración, iniciará en el año 2022. El cierre de otras áreas de la mina iniciará en el año 2023 y durará un lapso aproximado de 2 años. Las actividades autorizadas serán involucradas en las áreas de ampliación minera, en particular se enfocarán a la suavización de taludes, control de escurrimientos, colocación de suelo mezclado con material orgánico, siembra y plantaciones de flora nativa, entre otros.

II.2.2 Preparación del sitio

Las actividades de preparación del sitio están sustentadas en los estudios de línea base ambiental realizados con dos años de duración en el sitio. Así mismo, los estudios técnicos a detalle del proyecto, permiten asegurar que el arreglo de obras previstas para las operaciones mineras, son las condiciones más seguras y de menor afectación al área.

II.2.2.1. Actividades preliminares

Administración de aguas superficiales

El muestreo sistemático de aguas superficiales que drenan el área del proyecto se ha estado realizando desde finales del 2008. Este programa continuará en curso a lo largo del ciclo de vida de la mina, del período de recuperación y posterior al cierre hasta que se haya determinado que la recuperación ha tenido éxito al prevenir efectos de largo plazo en las aguas superficiales. El drenaje superficial de las áreas alteradas que no tienen potencial de producir contaminación química o metálica será dirigido hacia pequeños piletas para permitir el asentamiento de sedimentos antes de su descarga hacia el ambiente. El drenaje con potencial de acidez será recolectado y tratado previo a su descarga.

Administración de aguas subterráneas

El proyecto contempla la construcción de pozos de monitoreo debajo del patio de lixiviación y terreros. Se desarrollará un programa de muestreo sistemático para asegurar la detección de cualquier efecto que tenga la operación sobre las aguas subterráneas y poder hacer los controles a adecuados a la operación para contrarrestar estos efectos.

Administración de la calidad del aire

El efecto potencial primario en la calidad del aire será debido al polvo. Las actividades de control de polvos están previstas desde la preparación del sitio.

Administración de la fauna

Todas las áreas operacionales estarán cercadas para mantener fuera a la fauna silvestre nativa. Se ejercerá una política de cero cacerías entre los trabajadores. Las aves acuáticas no son comunes en el área. Sin embargo, de ser necesario, se ideará un sistema para evitar que las aves aterricen en las áreas de operación inseguras para este grupo.

Programa de conservación de suelos

Se implementará un programa de protección de suelos para el área de Ampliación minera La India, el cual definirá una serie de obras y medidas para la conservación, resguardo y protección del suelo contra la erosión. De acuerdo al arreglo de las obras mineras, están previstos dos espacios para su resguardo durante la vida útil de la mina. Entre las principales actividades de este programa estarán: rescate y resguardo de suelo, obras de control de erosión como bordos, gaviones, caminos; obras de estabilidad de taludes y control de cárcavas.

Programa de protección de especies vegetales

La preparación del terreno consistirá primeramente de la revisión de todas las áreas a desmontar para rescatar individuos de algunas de las especies de flora de interés que se recomiendan por sus atributos biológicos y de uso en la región. Las especies rescatadas se trasplantarán en áreas circundantes que se hayan identificado como zonas para restauración. Posterior al rescate y medidas de protección de flora y fauna, se inicia el desmonte y despalme del terreno, durante el cual se rescata el suelo vegetal de las zonas más propicias de acuerdo a los reconocimientos previos de la zona. Se recomienda rescatar suelo en aquellas zonas que presenten al menos un horizonte de 30 cm de espesor. El material del desmonte como troncos que no se aprovechen, se triturará y depositará junto con el suelo. Los desmontes y despalmes del terreno se irán realizando gradualmente por etapas de acuerdo a los planes anuales de desarrollo descritos anteriormente y en apego a las medidas de mitigación señaladas para el proyecto.

II.2.3 Etapa de Construcción

Caminos nuevos

Se trata de cuatro tramos de caminos nuevos que rodearán las obras mineras en el extremo Sur, al ser ocupadas por la tepetatera, los caminos actuales, suman 11.465 ha de acuerdo al desglose previamente señalado.

Obras de tajo

Se trata de tres reboses topográficos que en total suman 1.578 ha. Este arreglo está basado en la evaluación geotécnica del área, se desarrolló un programa de producción de mina preliminar para el proyecto a partir de los recursos minerales medidos, indicado e inferidos contenidos dentro de cada una de las etapas de diseño de tajos. Se contempla la configuración de dos tajos en el área de minado Principal, un terrero, rampas, caminos y áreas de maniobras.

El trabajo de planeación e ingeniería de la mina incluye la determinación del límite económico del tajo, diseños detallados de tajo, cálculos de los recursos de tajo y la programación de producción, basados en el modelo de recursos estimados, lo que genera un número de cascós de tajo en las áreas de depósito Norte. Estas configuraciones de tajo tienen prioridad por el valor neto para fines del desarrollo de una secuencia de extracción para un programa preliminar de producción minera. Los parámetros de diseño de los tajos son los siguientes:

- Pendiente entre rampas (ángulo máximo): 45°
- Angulo de la cara del banco (o) : 70°
- Apilamiento de bancos(a 6m cada banco): 2 doble bancos
- Ancho de berma (cada dos bancos): 7.6 m
- Pendiente de camino (máximo): 10%
- Ancho de caminos (doble carril): 13.8 m
- Ancho de caminos (carril sencillo): 9.2 m

Se generaron configuraciones preliminares de los terreros para revisar la capacidad volumétrica de las áreas próximas al tajo.

Tepetatera

Consiste en la ampliación más relevante de este documento, al sumar 53.230 ha donde se planea una configuración de terrero de roca estéril. Actualmente, la caracterización geoquímica de los materiales de la roca estéril está siendo determinada y pudiera influir en la selección y diseño. El análisis de estabilidad indica que las pendientes de 2H:1V proporcionan factores de seguridad adecuados para todas las condiciones consideradas. El terrero probablemente tenga pendientes de cerca de 1.4H:1V durante minado activo a medida que el terrero se desarrolle más probablemente como una serie de bancos y pendientes entre bancos al ángulo de reposo.

La elevación de la cresta de los terreros, con el diseño actual se prevé que no rebase los 1760 m snm. El arreglo de los terrenos fueron seleccionados por su proximidad a las zonas mineras y zonas de disposición para la clasificación de materiales, así como el arreglo de las escorrentías, de tal manera que no requieran nuevos drenajes para el movimiento de flujo natural del terreno

En la configuración de los tajos y terrero, es necesaria la conexión operativa entre ellas y los accesos entre los diferentes niveles, por lo que las obras de rampas, caminos y espacios de maniobras seguirán el mismo procedimiento de preparación de sitio.

II.2.4 Construcción de obras asociadas o provisionales

No se contempla, las obras asociadas y provisionales ya fueron autorizadas mediante los resolutivos en materia de Impacto y Riesgo ambiental DS-SG-UGA-IA-0291-12 para 327.134 y la Autorización para la modificación de obras y campamento de mina La India según Oficio DS-SG-UGA-IA-0729-12 del 23 de julio de 2012.

II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento

Minado

El plan de minado desarrollado para la Ampliación minera La India considera producir una producción constante a depositar en patios de lixiviación de 16,000 toneladas por día. El área de minado Principal entrará en operación a partir del año 4 de la vida de la mina. Las características de diseño del mineral que será enviada a trituración es la siguiente:

Gravedad específica (promedio) : 2.4 tm/m³

Densidad a granel del mineral seco

Producto primario de la quebradora 1.6 tm/m³

Producto terciario de la quebradora 1.5 tm/m³

Humedad en material al usar la voladura: 2 %

Índice de abrasión (máximo): 0.78

El material será movido con equipo de minado especializado, conformado por perforadoras, cargadores frontales, camiones de acarreo y equipos auxiliares como motoconformadoras, retros, entre otros, especializados para operaciones de este tipo siguiendo el calendario de producción de mina previamente autorizado a mina La India.

Las labores de barrenación, voladura, carga y acarreo del mineral y tepetate, así como el beneficio, será acorde a las operaciones lineales previamente autorizadas de mina La India. Así, el material fragmentado producto de la barrenación y voladuras es cargado en camiones especializados para ser transportado a la siguiente etapa: el material estéril a tepetate o mineral hacia quebradora. El transporte de tepetate será dirigido hacia uno de cinco sitios, cuatro en el área del tajo Norte y uno en el área del tajo La India, según se trate y en apego al plan de trabajo. Se eligieron estos sitios de terreros debido a su gran proximidad con las áreas de excavación y al confinamiento natural para nivelación, así como por sus consideraciones para el manejo del agua. El material producto del minado será llevado al resto de las áreas de proceso que cuenta mina La India ya autorizadas, en primer paso la trituración y de allí se involucra al resto de las operaciones de proceso.

II.2.6 Etapa de abandono de sitio (post-operación)

Las labores encaminadas al abandono del proyecto en una etapa post-operación de Ampliación minera La India se llevará a cabo durante las actividades mineras cuando sea posible de acuerdo a las obras mineras donde está asociada, pero la mayor parte del trabajo se realizará una vez concluido el minado y la recuperación de final del mineral residual.

El objetivo de la etapa de abandono es reincorporar los terrenos al uso original y la reintegración del hábitat natural con flora y fauna. Para lograr estos objetivos, se incluirán los siguientes elementos clave en el plan de recuperación:

- Estabilización química, lograda a través del lavado y neutralización del patio y estabilizando los tajos y terreros;
- Estabilización física, lograda a través de la preparación de pendientes y de la aplicación de tierra y la revegetación;
- Monitoreo de aguas.

Para ello, las etapas que componen la fase de abandono del proyecto son tres:

- Actividades concurrente: medidas implementadas durante la vida operativa del proyecto;
- Actividades final de cierre: medidas implementadas después del cierre de operaciones
- Actividades posteriores al cierre: proporciona mantenimiento a corto plazo y monitoreo a largo plazo de las instalaciones cerradas.

De esta manera, las áreas previstas de ampliación minera La India, se involucran en las actividades concurrentes, del final del cierre minero y posteriores al cierre (de monitoreo) de acuerdo a lo señalado en el documento original de mina La India, en apego a la obra minera a la cual se encuentre asociada.

II.2.7 Utilización de sustancias químicas, combustibles y explosivos

Los requerimientos de combustibles estimados por año no serán incrementados con la ampliación minera, toda vez que estaban asociados al plan de minado del proyecto, desde la manifestación de obras original autorizada. La demanda para el área de minado Principal será a partir del año 4. De existir algún cambio producto de la ingeniería y procesos a detalle durante la operación, será manifestado con oportunidad en los documentos oportunos de Licencia Ambiental Unica, de funcionamiento o Cédulas de Operación anual a la cual quede regulado el proyecto.

Esta misma situación es aplicable a los explosivos manifestados. En el caso de los reactivos, estos no son requeridos para las obras de ampliación, pero ya está contemplado el uso manifestado para las obras de proceso de La India.

II.2.8. Demanda de agua

Con base en los términos administrativos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la Ampliación minera La India se ubica dentro del acuífero Río Sahuaripa con clave 2638, cuyo manejo administrativo es por el Organismo de Cuenca Noroeste, con sede en Hermosillo, Sonora.

De acuerdo con CONAGUA, la situación administrativa del acuífero es la siguiente: el acuífero Río Sahuaripa tiene disponibilidad de agua subterránea, publicado en Diario Oficial de la Federación (DOF), el 16 de agosto del 2010 y presenta un volumen de agua disponible de 27.30 millones de metros cúbicos al año. Esto significa que se puede solicitar un volumen de agua, soportado con los estudios hidrogeológicos necesarios.

Tabla II.19. Volumen de agua subterránea disponible en el acuífero Río Sahuaripa.

CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
CIFRAS EN MILLONES DE MÉTROS CÚBICOS ANUALES							
2638	Río Sahuaripa	45.9	9.5	9.092850	2.0	27.30715	0.0000

R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad medias anual de agua subterránea.

La empresa actualmente está en la etapa de exploración, en la búsqueda de la fuente de suministro de agua más viable al proyecto. Por su parte, Sonoran Resource S.C, realizó el siguiente ejercicio preliminar utilizando los datos Metalúrgicos disponibles a la fecha junto con los climatológicos de la estación Yécora 26109, específicamente lo registros de las precipitaciones acumuladas mensuales del año de menor lluvia (más seco) en el periodo de los años 1944-2010 (1991, 135 mm) para el cálculo de consumo de agua máximo en el área de proceso:

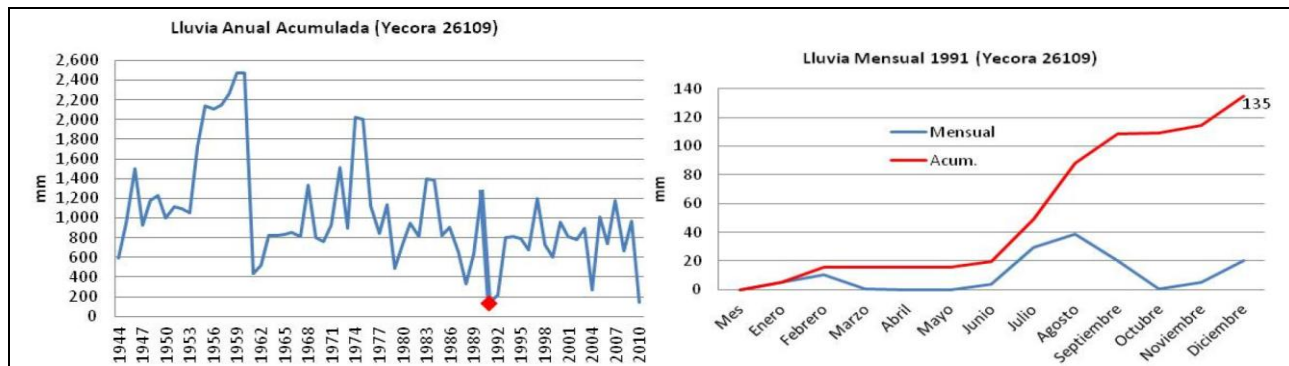


Figura II.3. Referencia tipo del registro meteorológico en la estimación del balance de agua de Ampliación minera La India

II.2.8 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

Tepetate

Uno de los residuos más importantes que se generará durante la operación minera será el tepetate o material estéril. Se estima que se generarán 1 toneladas de tepetate por 1 ton de mineral durante la vida de la mina aplicable para área de minado Principal.

Dada las condiciones de almacenamiento (tepetateras o terreros), este quedará expuesto a los procesos naturales de intemperización por lo que se torna de gran importancia conocer las características geoquímicas de este material y evaluar el potencial de generar ácido y posible disolución de otros contaminantes como metales tóxicos, por la acción de la lluvia y otros procesos naturales como la oxidación.

La Ampliación minera La India se ha clasificado como un yacimiento de oro y plata de alta sulfuración, volcánico hospedado y epitérmico. De las muestras analizadas hasta el momento, el 25% del material de roca en La India se clasificaron predominantemente como potencialmente generadoras de ácido¹, con una mezcla de minerales de sulfato ácido soluble y de potencial adicional para generar drenaje ácido a largo plazo. Arsénico, antimonio, cadmio, cobre y plata están elevados en los muestreos y como resultado, existe el potencial de lixiviación de metales. La excepción en el tipo de roca fueron las dacitas masivas de sílice de la zona norte, que debido al bajo contenido de azufre (< 0.1%), no se clasificaron como generadoras de ácido además de contener concentraciones de metales traza bajas.

¹ Caracterización de potencial de lixiviación de metales y drenaje de roca ácido en el yacimiento La India, Sonora, México Proyecto SRK Número 1CG019.000 Octubre de 2011.

Residuos de Manejo Especial

Desde la etapa de preparación del sitio y construcción se generará diferentes tipos de residuos no peligrosos como restos de materiales de construcción (cartón, madera, plástico, tuberías, pedacería de fierro, escombros, etc.). También se generará tierra producto del descapote y nivelación del terreno. Se promoverá el reuso de estos residuos dentro de las instalaciones mineras.

La ampliación minera se involucra con el resto de la superficie para hacer uso del sitio para el almacenamiento temporal de materiales reciclables en área contigua al taller. Materiales como metal de desperdicio, llantas, vidrio, plásticos reciclables y contenedores de bebidas serán separados, contenidos adecuadamente y almacenados temporalmente en el área de depósito hasta que haya volumen suficiente para su envío a un punto de reciclaje.

Residuos Peligrosos

Los principales residuos peligrosos que se espera se generen en las diferentes etapas del proceso productivo incluyen aceite usado, fluidos solventes, filtros de aceite usados, baterías usadas entre otros, que serán manejados y dispuestos en apego a la normatividad aplicable.

Todos los recipientes vacíos de sustancias químicas serán regresados a los proveedores cada vez que se abastece de nuevo producto. Otros empaques no retornables se tratarán de reusar en las operaciones, disponer o destruir adecuadamente en el sitio, siempre y cuando sea acordado con las autoridades correspondientes.

Todo el material impregnado de hidrocarburos como estopas, filtros, papel, suelo etc. será dispuesto adecuadamente en contenedores tapados hasta su disposición final o tratamiento. Otros desechos que serán generados en pequeñas cantidades son los residuos del laboratorio. Estos serán dispuestos de acuerdo a la normatividad aplicable.

Los residuos involucrados para mina La India originalmente manifestados, incluían aquellos materiales susceptibles de generación en el área de ampliación solicitada.

Lo anterior es aplicable además a la generación de agua residual y emisiones a la atmósfera

II.2.9 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

En cumplimiento a la Ley General para la Prevención y Gestión de los Residuos y su Reglamento, se mantendrá vigente el programa de manejo de todos los residuos a generarse en mina La India, aplicable a su ampliación.

Se mantendrá una política de minimización de residuos peligrosos, fomentando la sustitución de productos que generen residuos que no se pueden reciclar o reutilizar y que tengan que enviarse a confinamientos externos.

Entre las primeras acciones a realizar estará la caracterización de cada uno de los residuos para definir las prácticas de manejo, reuso o disposición final. De resultar aplicable, se dará cumplimiento a la NOM-157-SEMARNAT-2009 que establece los lineamientos para la elaboración de planes de manejo de residuos mineros en materia de residuos mineros.

Se implementará un programa para minimizar los empaques y embalajes, haciendo énfasis en aquéllos que se constituyen como residuos peligrosos. Los residuos peligrosos se irán depositando en contenedores tapados y debidamente etiquetados y serán almacenados temporalmente en el almacén de residuos peligrosos que poseerá el proyecto (en el área de servicios previamente descrito) hasta su reuso o envío a disposición final a sitios autorizados.

Para los residuos no peligrosos se establecerá un programa de colección y disposición periódica, instalando recipientes adecuados para la basura en todas las áreas de trabajo. La disposición final de estos residuos se hará en el relleno sanitario de la población más cercana que se pueda gestionar la disposición. Como se indicó anteriormente, a futuro podrá evaluarse la construcción de un relleno sanitario para la Ampliación minera La India, en apego al NOM-083-SEMARNAT-2003 previo proyecto y autorización de la obra.

II.2.10 Otras fuentes de daños

II.2.10.1. Contaminación por ruido y/o vibraciones:

Las principales fuentes de ruido y vibraciones serán: las voladuras, los equipos de barrenación y la planta trituradora previamente descritos en el estudio de impacto ambiental original, evaluado y autorizado.

II.2.10.2. Contaminación térmica, radiactiva y luminosa:

En el proyecto no existirán fuentes de contaminación térmica, ni de contaminación radioactiva.

II.2.10.3. Situaciones de riesgo ambiental:

Dado el tipo de industria extractiva, con el manejo de altos volúmenes de materiales, el tamaño y cantidad de la maquinaria de la mina, demandas de combustibles y sustancias, se implementarán procesos de trabajo eficiente y acciones de manejo seguro que eliminen la posibilidad de incurrir en riesgos de operación, afecten el ambiente y a los trabajadores de la mina.

Con los procedimientos se eliminara la posibilidad de:

- Daños en las instalaciones y equipos, como tuberías y pilas de contención, que puedan provocar derrames o desbordamientos de soluciones de proceso
- Derrames de sustancias químicas o combustible durante el transporte o maniobras de carga y descarga
- Incendio o explosión dentro de las instalaciones mineras
- Deslizamiento de terrenos por inestabilidad de pendientes que pongan en riesgo la vida de las personas y la seguridad de las instalaciones mineras.
- Inundación severa por lluvias extrema

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

El artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente señala que la evaluación del impacto ambiental debe entenderse como: "...el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras o actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidas en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente". Del precepto transcrito se desprenden dos consideraciones que son aplicables a la presente Manifestación de Impacto Ambiental, a saber:

- a) Que deben someterse a evaluación del impacto ambiental tanto obras como actividades; y*
- b) Que a través de dicho procedimiento, se busca evaluar si el proyecto de la obra o actividad puede causar un desequilibrio....o reducir al mínimo sus posibles efectos negativos sobre el ambiente.*

Bajo esa premisa, se tiene que, por una parte, la presente Manifestación del Impacto Ambiental se refiere a la realización de obras y actividades consistentes en la exploración, explotación y beneficio de minerales reservados a la Federación en términos del artículo 27 Constitucional y de la Ley Minera; así como el cambio de uso de suelo de terrenos forestales para tal propósito.

En virtud de lo anterior, la presente Manifestación de Impacto Ambiental se refiere a los posibles impactos que sobre el ambiente pudieren ocasionar las obras y actividades antes señaladas del proyecto denominado "Ampliación minera La India".

Ahora bien, como se muestra en los siguientes apartados, las diversas obras y actividades que implicarán la realización del presente proyecto, tendrán impactos ambientales poco relevantes sobre el ambiente lo cual permitirá no rebasar los límites y condiciones establecidos en la normatividad ambiental vigente y aplicable.

III.1. Información sectorial

III.1.1. La minería en el contexto sectorial

El principal país productor de oro en el 2009 fue China, cuyas minas generaron aproximadamente 300 ton que representaron el 11.8 % de la producción mundial². Australia (8.6%) es el segundo mayor productor siguiéndole Estados Unidos (8.1%) y Sudáfrica (7.7%). Perú es el único país latinoamericano que figura entre los 10 principales productores de este precioso mineral. En el mercado internacional, la producción minera de oro registró en el año 2005 un incremento del 0.8 %, debido a la producción en las dos minas más grandes del mundo: Grasberg, en Indonesia y Yanacocha, en Perú; así como a las minas de reciente creación en América Latina: Lagunas Norte en Perú, El Sauzal en México y Telfer en Australia.

² Resource Investor, 2011; Goldsheet Mining Directory, 2011. <http://www.goldsheetlinks.com/production.htm>

La mayor parte de la industria minera nacional se localiza en la región norte del país: Sonora, Coahuila, Zacatecas, Baja California Sur, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Nuevo León y San Luis Potosí. La composición de la producción minera nacional se integra mayoritariamente por el cobre, con una participación del 28.7 %; plata, con el 12.7 %; zinc, con el 12.5 %; oro, con el 8.0 %; coque, con el 8.0 %; carbón, con el 5.3 %; hierro, con el 5.2 %; plomo, con el 2.5 %; y sal, con el 2.3. El 8.7 % restante se distribuye en varios minerales.

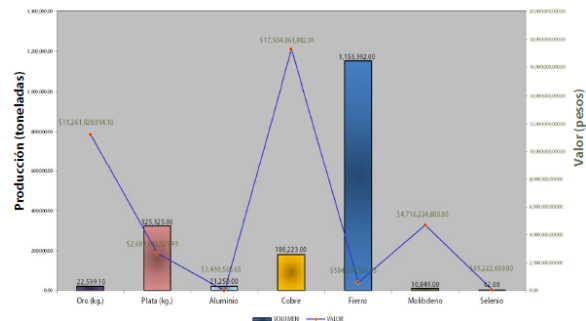
En México, la producción de oro se ha incrementado constantemente desde el año 2003³ y para el 2010 alcanzó valores de 75 toneladas, lo que representa un incremento significativo con respecto a años anteriores. En el país, los estados que dominan la producción de oro son, en orden decreciente de importancia, Sonora (29.9%), Chihuahua (21.7%) y Durango (14.2%) según datos del 2009, mientras que en la Plata son Zacatecas (46.6%), Chihuahua (19.3%), Durango (10.4%) y Sonora (6.9%). El oro ha llegado a valores históricamente altos. En marzo del 2008, su precio rebasó por primera vez los US\$1,000.00 la onza y tras pasar por niveles récord, alcanzó para el primer tercio del año 2011 (10/04/2011) los US\$1,628 por onza troy⁴, lo que sin duda hacen atractivas las operaciones mineras, en regiones que poseen el potencial en yacimiento para llevarse a cabo, a la par de sustentarse en el desarrollo económico, técnico y evidentemente ambiental.

III.1.2. La minería en el Estado de Sonora.

El estado de Sonora ha sido afectado a través del tiempo geológico por varios eventos tectónicos de gran importancia, los cuales conjuntamente con otras características geológicas ocasionaron que Sonora fuera un lugar privilegiado.

Por lo antes expuesto, Sonora ha sido considerado como un estado minero con una amplia gama de recursos. A principios de la década de los noventa, el auge en la exploración de yacimientos auríferos de baja ley y gran volumen, dio como resultado la puesta en explotación de importantes yacimientos de este mineral, entre los que podemos, mencionar: 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 Mulatos (Au), El Chanate (Au), Mariquita (Cu), Milpillars (Cu), Luz del Cobre (Cu), Piedras Verdes (Cu), Álamo Dorado (Ag) y El Crestón (Mo), entre otros.

PARTICIPACIÓN EN VOLUMEN Y VALOR ESTATAL EN LA PRODUCCIÓN MINERA NACIONAL



PRODUCTOS	VOLUMEN	VALOR (PESOS)	PARTICIPACIÓN (%)
Oro (kg.)	22,539.10	11,261,920,914.10	28.4
Plata (kg.)	325,325.00	2,689,642,525.93	7.4
Aluminio	21,250.00	1,430,560.63	100
Cobre	180,223.00	17,304,061,882.01	66.71
Hierro	1,153,392.00	584,006,383.53	8.24
Molibdeno	10,849.00	4,716,224,800.00	100
Selenio	62.00	65,222,600.00	100

Tabla III.1. Producción Minera Estatal

Fuente: Panorama Minero del Estado de Sonora 2010.
Secretaría de Economía, SGM.

³ CAMIMEX, 2011; INEGI, 2010. Boletín de INEGI difundido por CAMIMEX, años previos de INEGI, 2010

⁴ http://www.goldprice.org/gold-price-history.html#5_year_gold_price

El Estado de Sonora presenta condiciones geológicas y tectónicas sumamente favorables que permitieron el emplazamiento de una gran diversidad de yacimientos minerales, tanto metálico como no metálico, los cuales se manifiestan en la mayor parte de la superficie de la entidad. El proyecto minero “La India” se encuentra inserto en la región minera denominada bavispe.

Las pruebas y estudios metalúrgicos y geotécnicos, en conjunto con los análisis financieros, han mostrado que el proyecto minero “La India”, en Sahuaripa Sonora, es técnica y económicamente una propuesta viable de acuerdo a los siguientes señalamientos.

El primer descubrimiento de oro en la región, según lo registraron colonos españoles, fue realizado en 1673 en Ostimuri. El depósito de oro en Mulatos fue descubierto por los españoles en 1806 pero es probable que los indígenas hayan explotado la zona oxidada de asientos de oro del depósito de Mulatos antes de la época colonial. Durante los últimos dos siglos la minería de pequeña escala ha sido semi-continua en el distrito. Gran parte de la minería inicial y toda la minería actual de pequeña escala (minería manual por mineros artesanales locales) buscan fracturas oxidadas con oro de grano fino visible. Pequeñas minas subterráneas y prospectos se hacen presentes a lo largo de las áreas de La Cruz y La Viruela. Los residentes locales declaran que la propiedad de La Cruz – La Viruela fue explotada intermitentemente en pequeña escala durante los primeros años de los 1920's y los 30's. Se ha realizado trabajo de exploración moderno en la propiedad de La Viruela – La Cruz. En los 1980's, New Golden Sceptre Minerals y New Goliath Minerals realizaron aproximadamente 2,000 m de barrenación de percusión. A principios de los 1990's Noranda adquirió los derechos de La Cruz – La Viruela y completó 2,616 m de perforación de circulación inversa. En 1993, San Fernando Mining Company Ltd. adquirió la propiedad y realizó más perforaciones, incluyendo 10 barrenos de diamante con un total de 2,268 m en La Viruela y 11 barrenos de diamante en La Cruz para un total de 1,292 m.

El proyecto La India comprende múltiples rocas volcánicas hospedantes, alta sulfuración y sistemas de oro epitérmicos. Grayd Resource Corporation ha estado explorando proactivamente el proyecto desde 2004. El trabajo realizado a la fecha incluye mapeos geológicos, muestreo geoquímico de fragmentos de roca, estudios geofísicos aéreos, estudios geofísicos terrestres, mapeo topográfico fotogramétrico, perforación con broca de diamante, perforación de circulación inversa, estudios ambientales de línea base y pruebas metalúrgicas. Las campañas de exploración han proporcionado suficiente información para permitir que la estimación de recursos de tipo CSA NI43-101 sea medida, indicada e inferida. El proyecto La India alberga un recurso de oro medido e indicado de 760,000 onzas contenidas en 26.77 M toneladas en una ley de 0.883 gpt, calculado con un 0.40 gpt de ley de corte. Del recurso medido e indicado, 603,000 onzas (21.6M toneladas en una ley de 0.867 gpt Au) están contenidas en material oxidado. Del recurso inferido, 378,000 onzas (14.3 Mt a 0.82 gpt Au con un corte de 0.40 gpt) están contenidos en los óxidos. Las pruebas de columna para los óxidos indican que el material puede ser apto para el tratamiento con métodos convencionales de recuperación de oro por lixiviación en montones, del cual la presente solicitud aporta el material de minado del área Principal.

En consecuencia, la inserción de la actividad minera del proyecto en el Estado y Municipio, se vincula perfectamente con el desarrollo regional, considerando la vocación intrínseca de la zona, su historia y su riqueza de recursos minerales, configurando actualmente un escenario propicio para desarrollo de la actividad minera en el sitio proyectado.

III.2. Compatibilidad del Proyecto con los instrumentos de Planeación.

La operación y desarrollo del proyecto de ampliación minera La India, es además compatible con las políticas y directrices establecidas en los planes y programas de desarrollo, federales y locales.

En el ámbito federal se analizaron el Plan Nacional de Desarrollo 2007 – 2012, el Programa Nacional de Desarrollo Minero, el Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, Local y la información relativa a las declaratorias de Áreas Naturales Protegidas, Regiones Terrestres Prioritarias, Regiones Hidrológicas Prioritarias y Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.

III.2.1. Contexto Federal

III.2.1.1. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018

El Plan Nacional de Desarrollo es un documento de trabajo que rige la programación y presupuestación de toda la Administración Pública Federal. De acuerdo con la Ley de Planeación, todos los Programas Sectoriales, Especiales, Institucionales y Regionales que definen las acciones del gobierno, deberán elaborarse en congruencia con el Plan. Asimismo, la Ley de Planeación requiere que la iniciativa de Ley de Ingresos de la Federación y el Proyecto de Decreto de Presupuesto de Egresos de la Federación se compaginen con los programas anuales de ejecución que emanan de éste.

Las metas nacionales

Las cinco Metas Nacionales que fueron diseñadas para responder a cada uno de los grupos de barreras que limitan el desarrollo del país, asimismo, los indicadores para dar seguimiento a cada una de ellas, no se presentan en capítulos específicos, ya que se reflejan e integran en cada una de las Metas Nacionales. De esta manera quedan incluidas explícita e implícitamente de manera transversal en las Metas Nacionales. Las cinco Metas Nacionales son:

1. Un México en Paz que garantice el avance de la democracia, la gobernabilidad y la seguridad de su población. Esta meta busca fortalecer las instituciones mediante el diálogo y la construcción de acuerdos con actores políticos y sociales, la formación de ciudadanía y corresponsabilidad social, el respeto y la protección de los derechos humanos, la erradicación de la violencia de género, el combate a la corrupción y el fomento de una mayor rendición de cuentas, todo ello orientado a la consolidación de una democracia plena. Asimismo, esta meta responde a un nivel de inseguridad que atenta contra la tranquilidad de los mexicanos y que, en ocasiones, ha incrementado los costos de producción de las empresas e inhibido la inversión de largo plazo. La prioridad, en términos de seguridad pública, será abatir los delitos que más afectan a la ciudadanía mediante la prevención del delito y la transformación institucional de las fuerzas de seguridad. En este sentido, se busca disminuir los factores de riesgo asociados a la criminalidad, fortalecer el tejido social y las condiciones de vida para

inhibir las causas del delito y la violencia, así como construir policías profesionales, un Nuevo Sistema de Justicia Penal y un sistema efectivo de reinserción social de los delincuentes.

- 2. Un México Incluyente** para garantizar el ejercicio efectivo de los derechos sociales de todos los mexicanos, que vaya más allá del asistencialismo y que conecte el capital humano con las oportunidades que genera la economía en el marco de una nueva productividad social, que disminuya las brechas de desigualdad y que promueva la más amplia participación social en las políticas públicas como factor de cohesión y ciudadanía. La presente Administración pondrá especial énfasis en proveer una red de protección social que garantice el acceso al derecho a la salud a todos los mexicanos y evite que problemas inesperados de salud o movimientos de la economía, sean un factor determinante en su desarrollo. Una seguridad social incluyente abatirá los incentivos a permanecer en la economía informal y permitirá a los ciudadanos enfocar sus esfuerzos en el desarrollo personal y la construcción de un México más productivo.
- 3. Un México con Educación de Calidad** para garantizar un desarrollo integral de todos los mexicanos y así contar con un capital humano preparado, que sea fuente de innovación y lleve a todos los estudiantes a su mayor potencial humano. Esta meta busca incrementar la calidad de la educación para que la población tenga las herramientas y escriba su propia historia de éxito. El enfoque, en este sentido, será promover políticas que cierren la brecha entre lo que se enseña en las escuelas y las habilidades que el mundo de hoy demanda desarrollar para un aprendizaje a lo largo de la vida. En la misma línea, se buscará incentivar una mayor y más efectiva inversión en ciencia y tecnología que alimente el desarrollo del capital humano nacional, así como nuestra capacidad para generar productos y servicios con un alto valor agregado.
- 4. Un México Próspero** que promueva el crecimiento sostenido de la productividad en un clima de estabilidad económica y mediante la generación de igualdad de oportunidades. Lo anterior considerando que una infraestructura adecuada y el acceso a insumos estratégicos fomentan la competencia y permiten mayores flujos de capital y conocimiento hacia individuos y empresas con el mayor potencial para aprovecharlo. Asimismo, esta meta busca proveer condiciones favorables para el desarrollo económico, a través de una regulación que permita una sana competencia entre las empresas y el diseño de una política moderna de fomento económico enfocada a generar innovación y crecimiento en sectores estratégicos.
- 5. Un México con Responsabilidad Global** que sea una fuerza positiva y propositiva en el mundo, una nación al servicio de las mejores causas de la humanidad. Nuestra actuación global debe incorporar la realidad nacional y las prioridades internas, enmarcadas en las otras cuatro Metas Nacionales, para que éstas sean un agente definitorio de la política exterior. Aspiramos a que nuestra nación fortalezca su voz y su presencia en la comunidad internacional, recobrando el liderazgo en beneficio de las grandes causas globales. Reafirmaremos nuestro compromiso con el libre comercio, la movilidad de capitales, la integración productiva, la movilidad segura de las personas y la atracción de talento e inversión al país. Ante los desafíos que enfrentamos tenemos la responsabilidad de trazar una ruta acorde con las nuevas realidades globales.

Fomento económico, política sectorial y regional

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, resulta indispensable que el Gobierno de la República impulse, al igual que lo hacen las economías más competitivas a nivel mundial, a los sectores con alto potencial de crecimiento y generación de empleos.

Por otra parte, integrar a todas las regiones del país con mercados nacionales e internacionales es fundamental para que las empresas y actividades productivas puedan expandirse en todo el territorio. Asimismo, se debe facilitar un proceso de cambio estructural ordenado que permita el crecimiento de actividades de alto valor agregado al mismo tiempo que se apoya la transformación productiva de los sectores tradicionales de la economía. Para ello, es necesario coordinar la política de fomento económico, la infraestructura logística y la política sobre sectores estratégicos como la minería en este caso.

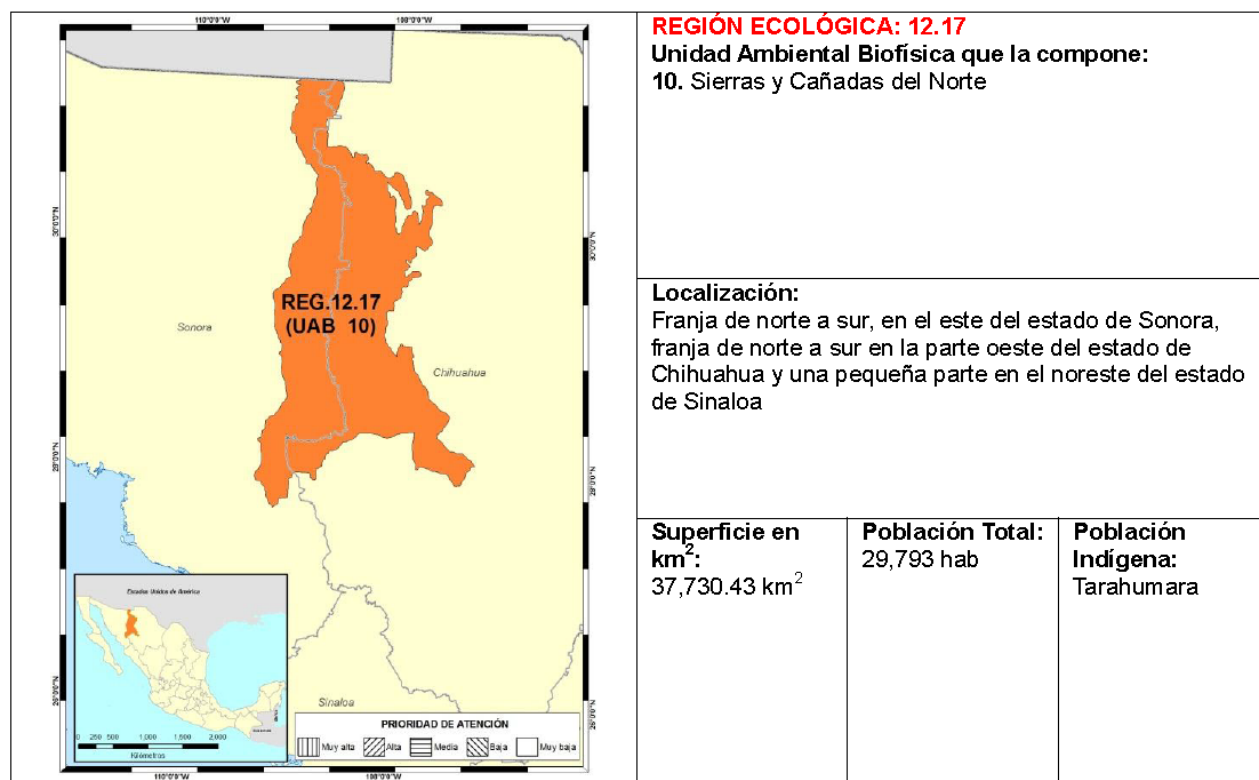
III.2.1.4 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

El Ordenamiento Ecológico, de acuerdo a la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, es un instrumento de política ambiental dirigido a regular e inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente, la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos (LGEEPA, Artículo 3. Fracc. XXIII, 1988).

Existe vigente el Decreto de Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) (Diario Oficial de la Federación del 7 de Septiembre de 2012) de jurisdicción federal.

De esta manera, la ficha técnica correspondiente al proyecto es de acuerdo a lo siguiente:
REGION ECOLOGICA: 12.17

Unidades Ambientales Biofísicas que la componen: UAB No. 10. Sierras y Cañadas del Norte



Localización de la Unidad ambiental biofísica donde se ubica el proyecto.

Con fundamento en el Artículo 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (RLGEEPA, última reforma DOF. 28 de septiembre de 2010), la propuesta del programa ordenamiento ecológico está integrada por la regionalización ecológica que identifica las áreas de atención prioritarias, las áreas de aptitud sectorial, los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización. Asimismo, cabe aclarar que la ejecución de este programa es independiente del cumplimiento de la normatividad aplicable a otros instrumentos de política ambiental, entre los que se encuentran: las Áreas Naturales Protegidas y las Normas Oficiales Mexicanas.

Aún cuando los criterios de Regulación Ecológica son propuestas, las obras y actividades del proyecto no alteran las disposiciones señaladas.

Sin embargo, por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este Programa y sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes. Asimismo, cabe aclarar que la ejecución de este Programa es independiente del cumplimiento de la normatividad aplicable a otros instrumentos de política ambiental, entre los que se encuentran: las Áreas Naturales Protegidas y las Normas Oficiales Mexicanas.

A continuación se presenta la ficha técnica de la política ambiental diseñada para la UAB No. 10:

Tabla III.3. Política ambiental de la UAB No. 10 donde se ubica el proyecto.

Estado Actual del Medio Ambiente 2008:		Estable. Conflicto Sectorial Nulo. Baja superficie de ANP's. Muy baja o nula degradación de los Suelos. Baja degradación de la Vegetación. Baja degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es muy baja, sin desarrollo de zonas urbanas. Longitud de Carreteras (km): Baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Sin información. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Muy baja. El uso de suelo es Forestal. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 65.1. Baja marginación social. Alto índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Medio indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola con fines comerciales. Alta importancia de la actividad minera. Media importancia de la actividad ganadera.			
Escenario al 2033:		Medianamente estable a Inestable			
Política Ambiental:		Aprovechamiento sustentable y Protección			
Prioridad de Atención:		Muy baja			
UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
10	Forestal	Preservación de Flora y Fauna	Minería - Poblacional	Ganadería - Industria	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 33, 34, 35, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44
Estrategias. UAB 10					
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio					
A) Preservación		1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.			
B) Aprovechamiento sustentable		4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales.			
C) Protección de los recursos naturales		9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados. 10. Reglamentar, para su protección el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.			
		11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA. 12. Protección de los ecosistemas.			
D) Restauración		14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.			
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios		15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. 16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional. 17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).			
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana					
E) Desarrollo Social		33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza. 34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional. 35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación. 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.			
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional					
A) Marco Jurídico		42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.			
B) Planeación del Ordenamiento Territorial		43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos. 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.			

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sonora.

En jurisdicción estatal, recientemente se ha publicado el Decreto para el Ordenamiento del Estado de Sonora, el 21 de mayo de 2015. En apego a lo anterior, el proyecto se ubica en la política de la UGA 100-0/01 llamada Sierra Alta. Esta unidad es la segunda más extensa y conforma una especie de matriz de la Provincia III de la Sierra Madre Occidental. Los terrenos tienen pendiente abrupta, generalmente con suelos delgados o rocas aflorantes, en altitud mayor de 600 m snm u tienen los climas menos extremos del estado.

Las actividades económicas que resaltan son la minería, sobre todo de elementos metálicos (oro y cobre principalmente); el turismo de aventura y cultural; la piscicultura de especies de aguas templadas y cálidas; la agricultura de temporal; la cacería, cuyas especies cinegéticas más importantes son venado cola blanca, guajolote silvestre y otras aves residentes; la ganadería extensiva, la actividad forestal maderable y no maderable.

Los posibles conflictos en el área están relacionados con la minería, una de las actividades más rentables en comparación con otras actividades, y el turismo alternativo de aventura por las actividades de construcción que podrían sustituir y/o generar externalidades a las obras actividades. La ganadería extensiva también es otra posible fuente de conflicto con la conservación de ecosistemas de bosques secos y templados y las actividades forestales. La piscicultura, tanto de especies templadas como cálidas, puede ser fuente de conflicto para la conservación de ecosistemas dulceacuícolas.

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sahuaripa, Sonora.

El proyecto queda ubicado dentro del municipio de Sahuaripa, Sonora y a la fecha de la realización de este estudio no se ha decretado un plan de ordenamiento ecológico para el Municipio.

III.2.2. Contexto Estatal

Plan Estatal de Desarrollo de Sonora 2016-2021

El Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2016-2021 engloba en sus cuatro ejes estratégicos y dos ejes transversales la alineación con el Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018, uno y otro en esencia proponen hacer de México una sociedad en la cual todas las personas tengan acceso efectivo a los derechos que otorga la Constitución. Se establecen en las metas nacionales así como, en los grandes retos del estado las políticas públicas y las acciones específicas que se realizarán para alcanzarlos. Ambos son el resultado de un esfuerzo de planeación democrática y presentan un plan realista, viable y claro.

Las metas nacionales: México en Paz, México Incluyente, México con Educación de Calidad, México Próspero y México con Responsabilidad Global, impulsan un federalismo articulado, partiendo de la convicción de que la fortaleza de la nación proviene de sus regiones, estados y municipios y promueve transversalmente, en todas las políticas públicas, tres estrategias: Democratizar la Productividad, consolidar un Gobierno Cercano y Moderno, así como incorpora la Perspectiva de género.

De la misma forma los ejes estratégicos del PED marcan la pauta para un desarrollo del estado con una amplia participación ciudadana y una visión municipalista que procura la transversalidad en todos los ejes, para conformar un gobierno eficiente, innovador, transparente y con sentido social, asimismo promueve el respeto a los derechos humanos y la igualdad de género.

En sus ejes estratégicos Sonora en paz y tranquilidad, Sonora y colonias con calidad de vida, Economía con futuro y Todos los sonorenses, todas las oportunidades, se fomenta la justicia, el equilibrio, la productividad y la competitividad del estado.

A continuación se presenta la vinculación y alineación de las Metas Nacionales y sus estrategias transversales establecidas en el PND 2013-2018 y los Ejes Estratégicos y transversales del PED 2016-2021:



Ejes estratégicos y transversales del Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Sonora 2016-2021.

El proyecto se vincula directamente con los ejes estratégicos y transversales del apartado III. Economía con futuro.

III. Gobierno Impulsor de las potencialidades regionales y los sectores emergentes.

RETO 4.

Consolidar el liderazgo del sector minero del Estado de Sonora.

ESTRATEGIA 4.1

Promover a Sonora como destino de inversión minera sustentable y de calidad

LÍNEAS DE ACCIÓN

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

ESTRATEGIA 4.8

Promover y fortalecer el desarrollo sustentable en las regiones directamente impactadas por la actividad minera.

LÍNEAS DE ACCIÓN

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

La vinculación del Proyecto con este Plan de Desarrollo es que pretende ser un detonador del crecimiento económico de la región, mejorando la calidad de vida de los trabajadores, al contar con una fuente de recursos de manera ordenada con la infraestructura adecuada de alto nivel y a su vez generará fuentes de empleo y riqueza en la zona.

III.2.2.2. Plan Municipal de Desarrollo (PMD) para el municipio de Sahuaripa, periodo 2016-2018.

En el plan de desarrollo del municipio de Sahuaripa, se establecieron algunas las siguientes prioridades de gobierno: tener servicios públicos de excelencia, mejora continua en seguridad pública, involucrar la participación ciudadana, cuidar el medio ambiente, fortalecer el municipio y respetar siempre el estado de derecho. Lo anterior, no es más, que las deficiencias que se tendrán que contrarrestar o disminuir mediante alternativas de solución o estrategias para mejorarlas.

Asimismo el PMD, establece que el crecimiento del municipio debe darse de una manera ordenada y bien planeada, siempre con el objeto de mejorar el nivel de vida de la población contando con todos los servicios de calidad, oportunidades de desarrollo económico y social, y algo muy importante, tener un ambiente libre de contaminación, así como promover el uso eficiente del agua y establecer acciones para el mejoramiento de los suelos.

Desde que la empresa promovente inició labores de exploración en el año 2004, se puso en contacto con la presidencia municipal de Sahuaripa y de Arivechi, por encontrarse entre ambos municipios los títulos de concesión minera y áreas de exploración, indicando la Autoridad municipal vía Oficio, la NO inconveniencia de las labores, apegadas a la protección del medio ambiente, de acuerdo a los oficios que se presentan a continuación.

Cabe destacar que la Ampliación minera La India, sólo tiene ocupación en el municipio de Sahuaripa, Sonora.



DEPENDENCIA:	PRESIDENCIA MPAL.
SECCION:	ADMINISTRATIVA
MESA:	
NUMERO DE OFICIO:	
EXPEDIENTE:	
ASUNTO:	ANUENCIA.-

Sahuaripa, Sonora, a 31 de marzo de 2004.

RESOURCE GRAYDDE MÉXICO, S.A. DE C.V.
SR. MATTHEW D. GRAY
APODERADO LEGAL,
P R E S E N T E . -

Estimado Sr. Gray:

Con relación a su solicitud de dictamen referente a un programa de Exploración Geológica de su Proyecto denominado "La India" en la zona de los ranchos "La Cieneguita y La Amargosa" dentro de este municipio de Sahuaripa, le informamos lo siguiente:

El área por ustedes referida se encuentra en la zona rural del municipio y no está comprendida dentro del Programa Municipal de Desarrollo Urbano de los centros de población del municipio, por lo que **no existe inconveniente** por esta Administración para que ustedes lleven a cabo su referido programa de exploración.

Así mismo, esta Administración autoriza a Resource Grayd de México, S.A. de C.V. o sus empresas contratistas a utilizar y depositar desechos sólidos de "tipo doméstico" en nuestro basurero público, condicionado a que se haga de acuerdo a las especificaciones que para el efecto establece la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Lo anterior lo hacemos de su conocimiento para los fines que juzguen convenientes.

ATENTAMENTE

LIC. RAMÓN ÁNGEL VALDEZ MENDOZA
PRESIDENTE MUNICIPAL CONSTL.



Figura III.2. Oficio del H. Ayuntamiento de Sahuaripa no inconveniencia de las labores de exploración antecedente a la Ampliación minera La India.



DEPENDENCIA:	PRESIDENCIA MUNICIPAL
SECCION:	ADMINISTRATIVA
MESA:	
NUMERO DE OFICIO:	264/04
EXPEDIENTE:	
ASUNTO:	

Arivechi, Sonora; a 30 de Abril del 2004.

**RESOURCE GARRID DE MÉXICO S.A. DE C.V.
SR. MATTHEW D. GRAY
APODERADO LEGAL
P R E S E N T E.-**

Estimado Sr. Gray:

Con relación a su solicitud de dictamen referente un programa de Exploración Geológica de su Proyecto denominado "La India" en la zona de los Ranchos "La Cieneguita y La Amargosa" dentro de los Municipios de Arivechi y Sahuaripa, le informamos lo siguiente:

El área por ustedes referida se encuentra en la zona rural del Municipio y no está comprendida dentro del Programa Municipal de Desarrollo Urbano de los centros de población del Municipio, por lo que **no existe inconveniente** por esta administración para que ustedes lleven a cabo su referido programa de exploración.

Así mismo, esta Administración **Autoriza** a Resource Garrid de México, S. A. de C. V., o sus empresas contratistas a utilizar y depositar desechos sólidos de "tipo doméstico" en nuestro basurero público, condicionado a que se haga de acuerdo a las especificaciones que para el efecto establece la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Lo anterior lo hacemos de su conocimiento para los fines que juzguen convenientes.

**ATENTAMENTE
SUFRAGIO EFECTIVO. NO REELECCIÓN
EL PRESIDENTE MUNICIPAL**

C. JACINTO LÓPEZ BORJAS

**H. AYUNTAMIENTO CONSTITUCIONAL
DE ARIVECHI, SONORA**

C.e.p. Archivo
JLB/ymm

Al contestar este oficio, citarse los datos contenidos en el ángulo superior derecho.

Figura III.3. Oficio del H. Ayuntamiento de Arivechi no inconveniencia de las labores de exploración antecedente a la Ampliación minera La India.

III.3. Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas.

III.3.1 Áreas Naturales Protegidas (ANP) de competencia Federal.

La Ampliación minera La India queda totalmente fuera de alguna Área Natural Protegida de competencia federal. La ANP más cercana es el Área de Reserva Forestal de Flora y Fauna Tutuaca, ubicada en el Estado de Chihuahua, a una distancia superior a 27.4 km al Este del proyecto La India. El proyecto no tiene relación alguna con dicha Reserva.

III.3.2 Áreas Naturales Protegidas de Competencia Estatal.

El proyecto La India queda totalmente fuera de alguna Área Natural protegida de jurisdicción Estatal.

La Reserva estatal más cercana se localiza a poco más de 4 km al Norte, en el municipio de Arivechi, llamado Arivechi- Cerro Las Conchas. Dicha Reserva posee la categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica (ZCE) cuya fecha de Decreto fue en febrero del año 2000 y comprende una superficie 66,625 ha. La Ampliación minera La India no interferirá con dicha Reserva.

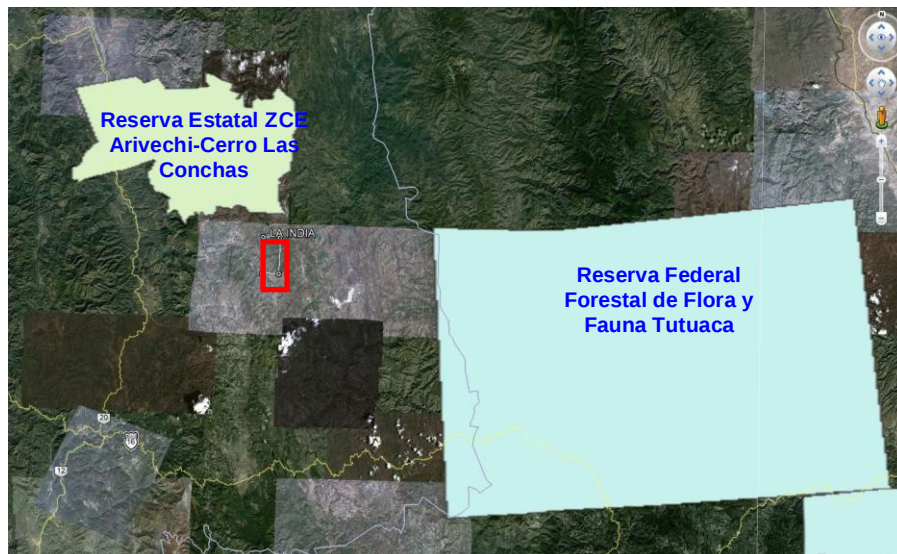


Figura III.6 Ubicación de Ampliación minera La India y áreas naturales protegidas del Estado de Sonora.

III.4. Áreas de atención prioritarias

III.4.1 Regiones Hidrológicas Prioritarias

En mayo de 1998, la Comisión Nacional para la Biodiversidad (CONABIO) inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido. Se identificaron 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación; dentro de estas dos categorías, 75 presentaron algún tipo de amenaza. Se identificaron también 29 áreas que son importantes biológicamente pero carecen de información científica suficiente sobre su biodiversidad⁵. En este sentido, el proyecto queda dentro de la Región Hidrológica Prioritaria #16 Río Yaqui-Cascada Basaseachi, cuyas coordenadas son 3428375 N-538198 E y 2997986 N-892915 E, es un área bastante grande que tiene una extensión de 54,716.52 km².

Esta región comprende los recursos hídricos lénticos como la Presa Álvaro Obregón, Presa Plutarco Elías Calles, pantanos dulceacuícolas y estuarios. Los recursos hídricos lóticos que la integran son el Río Yaqui, Río Cocopaque, Río Bavispe, Río Moctezuma, Río Chico, Río Tecoripa, Río Papigochic y Río Sahuaripa, además arroyos y manantiales termales.

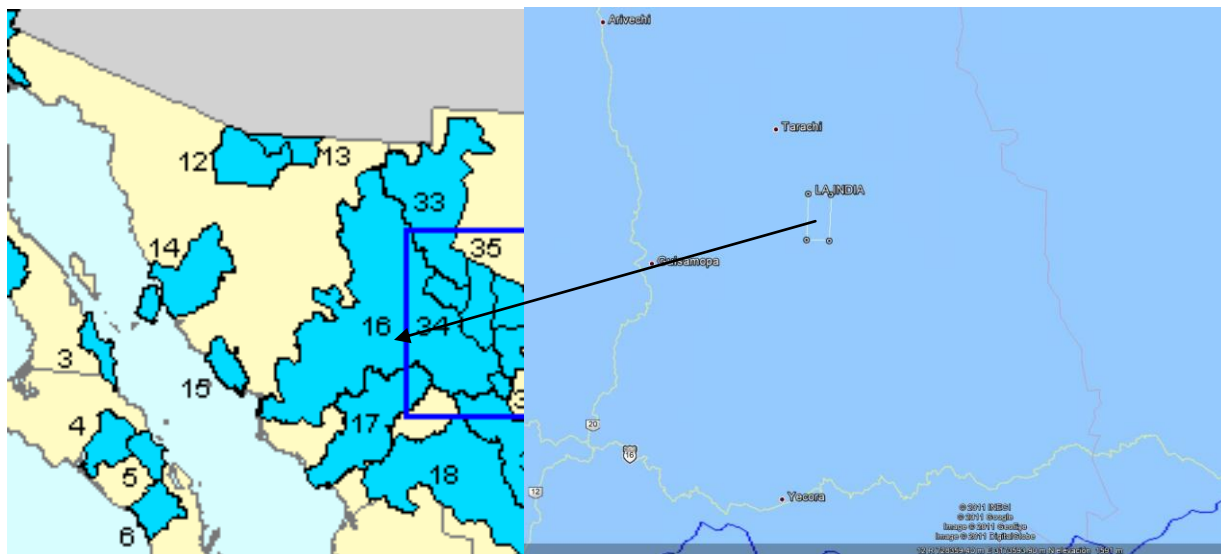


Fig. III.7 Localización de Ampliación minera La India y las regiones hidrológicas prioritarias en el Noroeste de México.

⁵ Arriaga, L., V. Aguilar, J. Alcocer. 2002. "Aguas continentales y diversidad biológica de México". Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Si bien el proyecto área de influencia de la Región Hidrológica Prioritaria número 16, es conveniente señalar que dicha situación, no determina ni condiciona el proyecto desde el punto de vista regulatorio, en virtud de que la definición de ésta zona como una Región Hidrológica Prioritaria, no representa una condición ni inductiva ni regulatoria. En tal virtud, como se ha señalado con anterioridad, el proyecto no se encuentra condicionado por algún instrumento de planeación.

III.4.2 Áreas Terrestres Prioritarias

El Proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación. Más de la cuarta parte del territorio nacional se encuentra en esta categoría de protección que incluyen 152 regiones prioritarias terrestres para la conservación de la biodiversidad en México, que cubren una superficie de 515,558 km².

El proyecto La India se encuentra totalmente fuera de alguna región terrestre prioritaria⁶. Las RTP's mas cercanas al proyecto son: al Norte, la RTP-43 llamada Sahuaripa, ubicada cerca de 22km del proyecto minero y al Sur, la RTP-36 llamada Yécora-El Reparo, a más de 14 km del proyecto, de acuerdo a la siguiente figura:

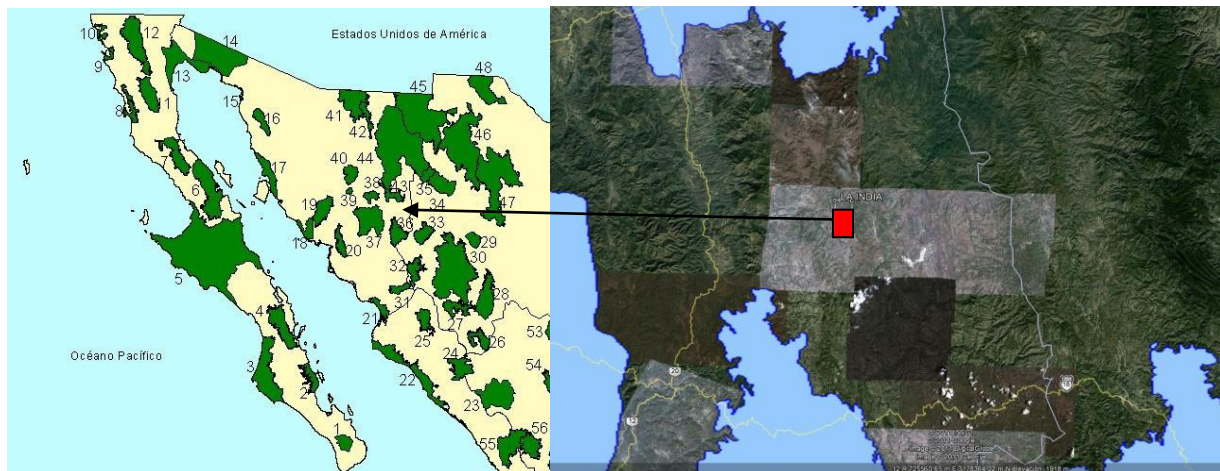


Fig. III.8 Localización de Ampliación minera La India y las regiones terrestres prioritarias en el Noroeste de México.

⁶ Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

III.4.3 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).

El programa de las AICAS surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves. El listado completo incluye un total 230 áreas, que incluyen más de 26,000 registros de 1,038 especies de aves (96.3% del total de especies para México).

La Ampliación minera La India se encuentra fuera de alguna región de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)⁷. El AICA más cercana es la No.39 (nomenclatura 127) llamada Cuenca del Río Yaqui, localizada a una distancia de 5.8 km al Sur de La India de acuerdo a la siguiente figura:

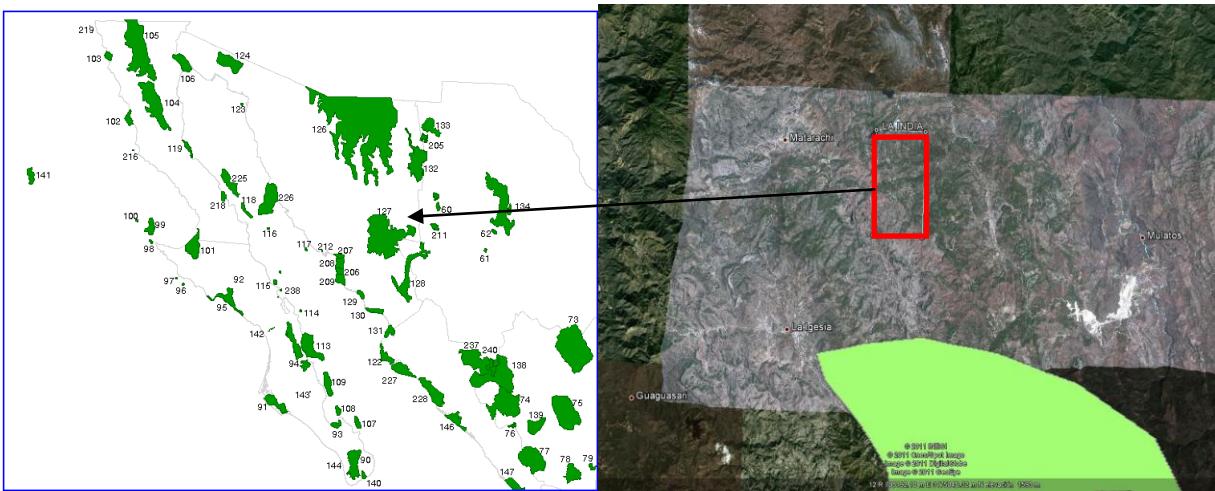


Fig. III.9 Ubicación de Ampliación minera La India y áreas de importancia para la conservación de las aves en el Noroeste de México.

III.4.4. Regiones Marinas prioritarias (RMP's)

La vastedad de los ecosistemas marinos es una de las principales razones por las que su conocimiento e información son, frecuentemente, escasos y fragmentados.⁸. Existe una clasificación donde 58 áreas de alta biodiversidad, de las cuales 41 presentaron algún tipo de amenaza para la biodiversidad y 38 correspondieron a áreas de uso por sectores. El proyecto se encuentra totalmente fuera de alguna región marina prioritaria para la conservación.

⁷ CONABIO-CIPAMEX, 1999. Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves CIPAMEX – Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO, 1999. "Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves". Escala 1:250000. México. Financiado por CONABIO-FMCN-CCA.

⁸ Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, V. Aguilar Sierra (coordinadores). 1998. *Regiones marinas prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

III.5. Otras áreas de interés

Etimológicamente la palabra Sahuaripa, procede del Opata: Sahu (amarillo); Arit (Hormiga) y Pa (lugar), lugar de hormigas amarillas. Sahuaripa fue fundado el 15 de Mayo de 1627, por el misionero jesuita Pedro Méndez, con el nombre de Nuestra Señora de los Ángeles de Sahuaripa, fue hasta el día 13 de Junio de 1834 cuando por decreto del congreso del estado se le concedió la categoría de Villa, siendo ascendida a Ciudad el 13 de Mayo de 1943. Desde sus orígenes Sahuaripa estaba habitada por grupos de indígenas Opatas, formando parte de la vasta provincia de Ostimuri, que abarcaba el Este del Estado de Sonora, el Norte del Estado de Sinaloa y la parte Oeste del Estado de Chihuahua la cual antes de la conquista era gobernada por el gran Sisibutari, que era el jefe Máximo que dominaba 70 naciones (aldeas Opatas).

El día 29 de Enero de 1911, en las inmediaciones de la iglesia y de la plaza principal de la cabecera municipal se libró una de las primeras batallas de la Revolución Mexicana, donde participaron soldados Maderistas comandados por el general Severiano Talamante, contra soldados Porfiristas comandados por el general Chapa; en la que fueron derrotados los Maderistas y fusilados en la parte Norte del poblado donde actualmente año tras año se les rinde un homenaje.

Todo el proyecto fue revisado previamente por el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y no se localizaron evidencias de zonas o sitios arqueológicos e históricos, ni concentración de materiales prehistóricos en la superficie. Por lo anterior, Se liberó dicho predio propuesto para la construcción de Ampliación minera La India, en apego al oficio Oficio CIS/DIR./263/09 del 31 de agosto de 2009 que se presenta adjunto:



Figura III.10. Oficio de liberación de Ampliación minera La India en término de registros arqueológicos.

III.6. Instrumentos normativos

La operación de la Unidad Minero Metalúrgica se encuentra regulada por los siguientes ordenamientos jurídicos:

1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
2. Ley de Aguas Nacionales.
3. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y sus reglamentos en materia de: Evaluación del Impacto Ambiental, Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica.
4. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos y su Reglamento.
5. Ley General de Vida Silvestre.
6. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

III.6.1. Disposiciones Constitucionales

La operación y desarrollo del proyecto de ampliación minera La India cumple cabalmente con las cuatro disposiciones constitucionales que inciden directamente en su ejecución:

- a) El derecho de toda persona a contar con un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar (artículo 4).

Para cumplir con la garantía constitucional consignada por el artículo 4º constitucional, la empresa somete a evaluación del impacto ambiental el presente proyecto, a fin de que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) verifique si el mismo puede causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos por la normatividad en materia ambiental, y si ese fuera el supuesto, establezca las condiciones a que dicha operación debe sujetarse a fin evitar o reducir al mínimo sus impactos negativos sobre el ambiente.

- b) Libertad de empresa. (artículo 5)

En términos de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, toda persona (física o moral) puede desarrollar el trabajo, actividad, industria y/o comercio que le acomode siempre que el mismo sea lícito. En este sentido, la actividad minera no se encuentra proscrita por la legislación aplicable, ya sea por el lugar de desarrollo o por los métodos empleados, por lo cual, y en aras de salvaguardar la citada garantía individual no sólo de la promovente, sino de todas las personas que obtienen empleo de este giro minero de manera directa o indirecta, esa H. Autoridad debe emitir la Autorización en Materia de Impacto Ambiental en cumplimiento de un imperativo Constitucional.

- c) El acatamiento irrestricto del papel rector del Estado para garantizar que el desarrollo nacional sea integral y sustentable (artículo 25).

Como se señaló en el inciso anterior, el proyecto se somete a la aplicación de los instrumentos y procedimientos creados por el Estado para regular el desarrollo de las actividades productivas. De manera que a través del presente estudio, se somete a consideración de la autoridad ambiental, las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales del proyecto; con el propósito de que en su momento la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, autorice en materia de impacto ambiental su ejecución, dictado las condiciones y disposiciones necesarias para que éste se realice en concordancia con las medidas de protección y conservación del medio ambiente y en el marco de los preceptos del desarrollo sustentable. Asimismo, en apartados anteriores se ha mencionado la contribución que el proyecto tendrá en el desarrollo de la región y sus habitantes, impulsando el crecimiento regional integral en su área de influencia. Se cumple igualmente con la normatividad establecida para garantizar el desarrollo integral y sustentable, al someterse a través de esta Manifestación de Impacto Ambiental a la determinación de la autoridad ambiental. Este estudio contiene, como lo señalan las disposiciones correspondientes, todos los elementos técnicos que permitirán a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales determinar confirmar su compatibilidad con los principios y criterios del desarrollo sustentable.

- d) El sometimiento al dominio patrimonial del Estado Mexicano sobre el territorio y sus recursos naturales (artículo 27).

De conformidad con los párrafos cuarto y sexto del artículo 27 constitucional, los recursos minerales del subsuelo constituyen bienes del dominio directo de la nación, con carácter inalienable e imprescriptible, por lo que su explotación por parte de particulares sólo es posible mediante concesión otorgada por el Ejecutivo Federal. Entre dichos recursos se encuentran el oro y la plata, objeto del presente proyecto. Por lo tanto, se da cumplimiento a esta disposición constitucional en la medida en que la empresa promovente cuenta ya con el título de concesión correspondiente para la realización de dicha actividad. De la misma forma, el párrafo quinto del artículo 27 constitucional señala que las aguas del subsuelo pueden ser libremente alumbradas mediante obras artificiales y aprovechadas por los dueños de los terrenos donde se ubiquen, pero que si lo manda el interés público o pueden afectarse derechos de terceros, el Ejecutivo Federal puede reglamentar su extracción y aún establecer zonas de veda. En el caso que nos ocupa, el promovente del proyecto de explotación minera tramitará los títulos de concesión para el aprovechamiento de aguas subterráneas, por lo que da cumplimiento pleno a esta disposición constitucional.

III.6.2. Leyes y Reglamentos federales

III.6.2.1.. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y sus Reglamentos en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental; Prevención, Control de la Contaminación de la Atmósfera, y de Áreas Naturales Protegidas

Las disposiciones de esta Ley, relativas a la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, que son aplicables al proyecto, son las que se refieren a:

- La evaluación del impacto ambiental,
- La regulación de actividades altamente riesgosas.
- El manejo de residuos peligrosos.
- La contaminación del aire.
- La contaminación del agua.
- La contaminación del suelo.
- La protección de la flora y fauna.
- Las áreas naturales protegidas.

A. La Evaluación del impacto ambiental

De acuerdo con el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (en lo sucesivo LGEEPA) la operación del proyecto minero “Mina La India” requiere la evaluación previa del impacto ambiental por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a fin de que esta última establezca las condiciones a que dicha operación debe sujetarse a fin de proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas y evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. En ese sentido, la fracción III del citado artículo 28 expresamente señala que la “exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación en los términos de las Leyes Minera y Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear”. En consecuencia, toda vez que el proyecto constituye un proceso de explotación y beneficio de minerales y sustancias cuyo dominio inalienable e imprescriptible corresponde a la Nación en términos del artículo 27 constitucional y cuya explotación por particulares solo es legalmente posible mediante concesión, se actualiza claramente la hipótesis prevista en la fracción citada y por lo tanto la operación de la Unidad Minero Metalúrgica en comento debe someterse al procedimiento de evaluación del impacto ambiental.

Tal obligatoriedad se confirma en la fracción III del inciso L del artículo 5° del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (en lo sucesivo REIA). Para dar cumplimiento a esta obligación se somete a consideración de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales la presente manifestación de impacto ambiental.

Ahora bien, es importante destacar que la presente manifestación del impacto ambiental cuya evaluación se solicita, también se refiere a los impactos ambientales derivados del cambio de uso de suelo de terrenos forestales a uso minero, por lo que su obligatoriedad también queda estipulada en la fracción VII del Artículo 28 de la LGEEPA.

B. Regulación de actividades altamente riesgosas

De conformidad con el artículo 147 de la LGEEPA quienes realicen actividades altamente riesgosas, en términos del Reglamento correspondiente, deberán formular y presentar a la Secretaría un estudio de riesgo ambiental, así como someter a la aprobación de dicha dependencia y de las Secretarías de Gobernación, de Energía, de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, y del Trabajo y Previsión Social, los programas para la prevención de accidentes en la realización de tales actividades que puedan causar graves desequilibrios ecológicos. Ahora bien, en términos del artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y 18 del Reglamento de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), cuando se trate de actividades altamente riesgosas, la manifestación del impacto ambiental debe incluir el estudio de riesgo correspondiente.

En ese orden de ideas, para efecto de identificación de tales actividades, el Ejecutivo Federal expidió, en 1990 y 1992, dos listados de clasificación, con base en los cuales se pudo verificar que en el proceso de explotación - beneficio del mineral será manejado el cianuro de sodio para el proceso de mina La India como sustancia enlistada, por lo que puede clasificarse a este proyecto como una actividad altamente riesgosa. En tal virtud el correspondiente análisis de riesgo fue evaluado previamente.

C. Manejo de residuos peligrosos

La LGEEPA por su parte, establece en el segundo párrafo de su artículo 150, que para la clasificación, manejo y disposición de los residuos peligrosos, serán las normas oficiales mexicanas y el reglamento de esta ley, donde se contendrán los criterios y listados que identifiquen y clasifiquen los materiales y residuos peligrosos, regulando esta materia en su capítulo VI (artículos 150 a 153).

En relación con el cumplimiento del artículo 150 de la LGEEPA, el transporte de los materiales y sustancias peligrosas se realizará atendiendo a las disposiciones del Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, cuya aplicación compete a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes; y en lo relativo al manejo, operación y suministro de explosivos, la empresa se atendrá cabalmente a las disposiciones que establece la Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos, que compete aplicar a la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA).

Por lo que toca a la responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos que se generen, señalada en el artículo 151 de la Ley, la empresa realizará el manejo de los mismos en los términos establecidos en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Es importante señalar que la mayoría de las previsiones relacionadas con el manejo y disposición final de los residuos peligrosos actualmente se encuentran contempladas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 8 de octubre de 2003 y en su respectivo reglamento, mismos que se analizarán más adelante.

D. Contaminación del Aire

Siendo el proyecto minero-metalúrgico una fuente generadora de emisiones al aire de jurisdicción federal, en los términos de los artículos 111 bis de la LGEEPA y 17 bis inciso D) fracciones II y VII de su reglamento en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, deben contar con una autorización que les permita la generación de las emisiones a la atmósfera dentro de los límites máximos permisibles.

De manera particular, se dará cumplimiento a la obligación de dar cumplimiento a la NOM-043-SEMARNAT-1993, establece los límites mencionados, para lo cual, se han ido implementando programas y medidas pertinentes para dar cabal cumplimiento a la condicionante.

E. Contaminación del Agua

Respecto de la contaminación del agua, la LGEEPA señala que para evitar la contaminación de las aguas, las descargas de aguas residuales están sujetas a regulación. Por ello, en el artículo 121 de la LGEEPA se establece que no pueden descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población. Cabe señalar que la obtención de dicho permiso está regulada por la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento, ordenamientos que serán analizados más adelante.

De igual forma, esta Ley determina en el artículo 119 que la SEMARNAT expedirá las normas oficiales mexicanas que se requieran para prevenir y controlar la contaminación de las aguas nacionales, conforme a lo dispuesto en esta Ley, en la Ley de Aguas Nacionales, su Reglamento y las demás disposiciones que resulten aplicables.

En ese sentido, la operación del proyecto minero requiere en este tema la obtención de un permiso de descarga, mismo que será tramitado ante la Comisión Nacional del Agua, autoridad en la materia en caso de ser necesario, sin embargo, respecto a las aguas sanitarias en la etapa constructiva se dispondrá de baños portátiles, y en la operativa, de un sistema de tratamiento que permita disponer el agua en riego de áreas verdes del proyecto, en cuyo caso se hará la gestión anteriormente señalada ante la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

F. Contaminación del Suelo

En cuanto hace a la contaminación del suelo, el artículo 99 de la LGEEPA prevé que las actividades de beneficio y aprovechamiento de sustancias minerales, como las que desarrollan el proyecto minero, deberán considerar los criterios para el aprovechamiento sustentable del suelo, tales como incluir, en la realización de obras que puedan provocar el deterioro severo de los suelos, acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural. Se dará cumplimiento a esto, toda vez que al término de las actividades productivas del proyecto minero-metalúrgico se implementará un programa de recuperación de suelos.

Respecto de la prevención y control de la contaminación del suelo, en aplicación a los criterios previstos por el artículo 134 de la LGEEPA, la operación del proyecto minero incluirá el manejo de los residuos peligrosos generados, en los términos determinados por la propia LGEEPA y la LGPGIR, y las normas oficiales mexicanas correspondientes.

G. Protección de la Flora y la Fauna

No obstante que la regulación de la flora y fauna silvestres se encuentra en la Ley General de Vida Silvestre, el artículo 79 de la LGEEPA señala algunos criterios para la preservación y aprovechamiento sustentable de la misma. Este ordenamiento también establece la facultad de la SEMARNAT para expedir normas oficiales mexicanas para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre y otros recursos biológicos, así como para el establecimiento de medidas de regulación o restricción, en forma total o parcial, a la exportación o importación de especímenes de la flora y fauna silvestres e impondrá las restricciones necesarias para la circulación o tránsito por el territorio nacional de especies de la flora y fauna silvestres procedentes del y destinadas al extranjero.

H. Áreas Naturales Protegidas

Como ya se señaló anteriormente, el sitio donde se desarrolla el proyecto minero no se encuentra dentro alguna área natural protegida de competencia federal o estatal.

Los reglamentos de la LGEEPA que regulan las actividades de este proyecto minero son:

Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

El Artículo 5 inciso L) de este reglamento, establece el tipo de obras de exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la federación, que están sujetas a la autorización en materia de impacto ambiental. La Ampliación minera La India cae dentro de las obras reguladas en esta materia. Los procedimientos a seguir para la evaluación del impacto ambiental de este proyecto se definen en los Artículos 9, 10, 12, 14, 17 y 18 del citado reglamento.

Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.

Las disposiciones de este reglamento que aplican al proyecto minero son las relacionadas con el cumplimiento de las normas de emisión a la atmósfera o con los niveles máximos permisibles que se establezcan para sus emisiones (Art. 16). También se establece en este reglamento la obligación de obtener una Licencia de Funcionamiento (Art. 18, 19 y 20) al inicio de operaciones y mantenerla actualizada a través de la Cédula de Operación que se debe presentar anualmente a mas tardar en el mes de abril (Art. 21).

III.6.2.2. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos se publicó el 8 de octubre de 2003 en el Diario Oficial de la Federación, 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; 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.

Este ordenamiento se complementa con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, publicado el 30 de noviembre de 2006 abrogó el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Residuos Peligrosos, que había regido desde noviembre de 1988.

De manera directa con el proyecto minero se destaca que este ordenamiento establece la clasificación de los residuos en peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial en categorías. En lo relativo al manejo de los diferentes residuos que regula, la Ley, en los artículos 40, 41 y 42, establece algunas condicionantes para el manejo de los residuos peligrosos al interior de la empresa, tales como su identificación, caracterización, lo cual deberá ocurrir de conformidad con la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005.

En este caso es importante destacar que:

- a) El manejo de los residuos sólidos no peligrosos se realizará de acuerdo con un programa que incluya la separación de residuos orgánicos, reciclables y no reciclables.
- b) Se contará con el almacén de residuos peligrosos con las medidas de control y precaución correspondientes.
- c) El manejo de los residuos peligrosos estará a cargo del departamento de mantenimiento de la mina en coordinación con el de seguridad e higiene, aplicando medidas tendientes a minimizar la generación de residuos peligrosos para reducir el volumen de éstos que serían enviados a un sitio autorizado de disposición final.

Lo anterior se reflejará en el plan de manejo que debe elaborarse de conformidad con lo previsto por el artículo 31 de la LGPGIR que establece como obligación del generador de residuos contar con un plan de manejo de residuos peligrosos.

Es relevante destacar que el artículo 32 de la Ley señala que los elementos y procedimientos que se deben considerar en la formulación de los planes de manejo, se especificarán en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes; de ahí que hay que considerar que con fecha 30 de agosto de 2011 fue publicada la norma oficial mexicana NOM-157-SEMARNAT-2009 que establece los lineamientos para la elaboración de planes de manejo de residuos mineros.

En cuanto al manejo fuera de las instalaciones del Proyecto minero-metalúrgico, se ha contratará a una empresa debidamente autorizada no solo en los términos de la LGEEPA y la LGPGIR, sino también del Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, la cual se encarga del traslado de estos residuos hasta el sitio de disposición final.

Reglamento de la LGPGIR. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre del 2006.

Las disposiciones a considerar de este instrumento son las siguientes:

- Arts. 16,17 y 20. Tratan sobre las modalidades de los planes de manejo de residuos y generalidades.
- Arts. 24,25 y 26. Sobre el procedimiento para el registro e incorporación de los planes de manejo de residuos.
- Arts. Del 35 al 41. Tratan sobre los requerimientos de identificación de los residuos peligrosos.
- Arts. Del 42 al 47. Establecen las categorías de generadores de residuos peligrosos y los procedimientos para su registro.
- Arts. Del 48 al 53. Establecen los requisitos para la solicitud de autorización para la utilización de residuos peligrosos en procesos productivos.
- Arts. 58 y 59. Establecen el tiempo de vigencia de la autorización.
- Art. 60. Trata de los requerimientos para solicitar la modificación de la autorización
- Art. 65. Establece los tiempos para solicitar prórroga para almacenamiento de residuos peligrosos
- Art. 68. Trata de los requerimientos para dar aviso de suspensión de generación de residuos peligrosos y/o cierre de las instalaciones
- Art. 71. Establece los datos que deben contener las bitácoras
- Arts. Del 72 al 77. Tratan de los informes que los grandes y pequeños generadores deberán entregar a la Secretaría.
- Arts. 82, 83 y 84. Establecen las condiciones de áreas de almacenamiento de residuos peligrosos, así como los criterios de operación en el manejo integral de los residuos.
- Arts. 87, 88 y 89. Tratan de la reutilización, reciclaje y co-procesamiento de los residuos peligrosos.
- Arts. Del 126 al 153. Tratan de la remediación de sitios contaminados, disposiciones generales, programas de remediación, procedimiento de remediación y declaratorias de remediación.

III.6.2.3.-Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento

El objeto de la Ley es regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos.

Es preciso aclarar que el proyecto minero-metalúrgico no realiza aprovechamiento forestal alguno en los términos de la propia Ley que se comenta, pues éste es definido en el artículo 7 fracción I como la extracción realizada en los términos de esta Ley, de los recursos forestales del medio en que se encuentren, incluyendo los maderables y los no maderables, por lo que no se requiere entonces la obtención de permiso alguno relacionado con este texto legal.

No obstante, esta Ley tiene aplicación al proyecto minero en lo que respecta al aprovechamiento de recursos forestales, si lo tiene en lo que respecta al cambio de uso de suelo de terrenos forestales, puesto que para su desarrollo, es necesario hacer la remoción total de vegetación forestal. De ahí que además de la solicitud de autorización de impacto ambiental que se somete a la SEMARNAT a través del presente estudio, paralelamente se realiza la solicitud de autorización de cambio de uso de suelo de terrenos forestales, mediante la presentación de un Estudio Técnico Justificativo (ETJ) en los términos previstos en los artículos 117 y 118 de dicho ordenamiento.

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Publicado el 21 de febrero de 2005 en el Diario Oficial de la Federación.

Los artículos de este reglamento que aplican al proyecto minero son el 120 y 121 que establecen los requisitos y tipo de información para elaborar el estudio técnico justificativo para solicitar el cambio de utilización de terrenos forestales.

III.6.2.4. Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento

Con respecto a la Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento, es de mencionar que el objeto del proyecto no está relacionado con su aprovechamiento, sea éste extractivo o no extractivo, en los términos en que define al concepto el artículo 3° de esta Ley. No obstante, las actividades inherentes al proyecto pueden tener impactos en la vida silvestre que se encuentra en el sitio donde este se desarrollará, se gestionará la obtención de las autorizaciones necesarias para el movimiento y traslado de los ejemplares que pudieran ser afectados.

En ese sentido el desarrollo del proyecto minero-metalúrgico, atiende expresamente lo previsto por el artículo 4° de esta Ley en su primer párrafo que establece el deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.

Por ello, se implementarán las medidas necesarias para que durante el desarrollo del proyecto minero se cumpla con la obligación de conservar la vida silvestre, por lo que se ha generado información para conocer la diversidad biológica existente en el predio donde se llevará a cabo y se implementarán las medidas para mitigar los efectos negativos de la ejecución del proyecto en la integridad de las especies y sus poblaciones, incluidas aquellas que se encuentran enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, en alguna categoría de protección especial, estableciéndose en el capítulo correspondiente del presente documento las medidas que son necesarias para mitigar esos posibles impactos que el proyecto minero-metalúrgico pudiera generar.

El manejo de los individuos de especies de flora que se encuentran catalogadas por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 se manejarán conforme al Programa de Rescate, garantizando su conservación. No se prevé afectación adicional a superficies con presencia de elementos naturales catalogados.

Resulta necesario señalar en este apartado que la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 tiene un doble objetivo:

- Identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana mediante la integración de las listas correspondientes y,
- Establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción.

De esta forma, esta Norma Oficial Mexicana no se ocupa de establecer criterios para la protección de las especies en cuestión, sino únicamente de su clasificación. Más aún, el numeral 2 de esta norma que se refiere su ámbito de aplicación, señala que es obligatoria para “las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo en el territorio nacional, establecidas por esta norma.”

Por lo tanto, esta norma no establece ninguna regulación en materia de protección de las especies a que se refiere, sino que simplemente señala los criterios que norman la inclusión o exclusión de dichas especies dentro de cada una de las categorías que determina y con ello establece una base conceptual necesaria para que regulaciones posteriores se ocupen del tema, pero hasta ahora no existe ninguna disposición jurídica que prohíba la realización de actividades productivas en donde se localicen especies bajo los estatus de en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial.

III.6.2.5. 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. En cumplimiento de lo dispuesto por el artículo 27 Constitucional y del artículo 18 de la Ley de Aguas Nacionales, la empresa, tramitará un título de concesión para uso y aprovechamiento de agua subterránea, ante la Comisión Nacional del Agua, la cual soportará el volumen total anual requerido para el proyecto.

Asimismo en los términos de los artículos 21 y 44 de la Ley de Aguas Nacionales, que establecen la obligación de contar con un permiso de descarga para la realización de esta actividad en cuerpos de agua nacional o infiltración al subsuelo de las aguas residuales, se cuenta tramitará el permiso para la instalación de fosas sépticas, que en su caso funcionará como método de tratamiento de las aguas previo a su infiltración.

No obstante, es importante reiterar que el proyecto de ampliación minera La India, es un proyecto de cero descargas por lo que no genera aguas residuales de sus procesos productivos.

Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 11 de enero de 1994 y el Decreto por el que se reforma el reglamento publicado el 4 de diciembre de 1997.

Los artículos más relevantes que pueden aplicar al proyecto minero son:

- Art. 29, sobre las solicitudes de concesión.
- Art. 30, 31, 133, 135 y 176, se refieren a la prevención, control y permiso para descargar aguas residuales, realización de obras de aprovechamiento de agua y explotación o uso de cauces, vasos o zonas federales.
- Art. 52, requiere el establecimiento de sistemas de medición del volumen de agua
- Art. 124, establece disposiciones para el aprovechamiento de aguas provenientes del laboreo de las minas así como de las aguas superficiales comprendidas dentro del lote que ampare la concesión minera.
- Art. 149. Sobre la obligación de dar aviso de descargas fortuitas.
- Art. 151. Prohíbe la disposición de todo tipo de residuos en cuerpos receptores y zonas federales.

III.6.2.6. Ley Minera y su Reglamento

La Ley Minera, reglamentaria del artículo 27 constitucional en materia de minería, fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de junio de 1992 y de manera específica contiene las regulaciones para el desarrollo de las actividades de exploración, explotación y beneficio de diversos minerales, entre los cuales se encuentran el oro y la plata.

Asimismo, establece el procedimiento para la obtención de una concesión que permita el aprovechamiento de los recursos reservados a la federación y las obligaciones que derivan de la obtención de dichas concesiones. Para ello, los artículos 19 y 27 de la Ley Minera prevé, entre otras cosas como derechos obligaciones:

- a) Realizar las obras y trabajos, sean de exploración o explotación, dentro de los lotes mineros que son amparados por la concesión.
- b) Disponer de los productos minerales que se obtengan en los lotes mineros, con motivo de las obras y trabajos que se desarrollen durante la vigencia de la concesión.
- c) Disponer de los terreros que se encuentren dentro de la superficie que ampara la concesión.
- d) 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.
- e) Aprovechar las aguas provenientes del laboreo de las minas para la exploración o explotación y beneficio de los minerales, así como su uso doméstico por el personal de las unidades mineras.
- f) Obtener preferentemente la concesión sobre las aguas de las minas para cualquier uso diferente a los anteriores.
- g) Ejecutar y comprobar las obras y trabajos previstos.
- h) Pagar los derechos sobre minería que establece la Ley.
- i) 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.

Todas estas obligaciones son cumplidas por el presente proyecto, pues como se ha referido anteriormente, cuenta con los derechos de los títulos de concesión expedidos por la autoridad competente, y durante la explotación de dichas concesiones se atenderá a las Normas Oficiales Mexicanas particulares del sector y se sujetará a la regulación y las disposiciones de la legislación, reglamentación y normatividad en materia ambiental.

III.6.3. Normas Oficiales Mexicanas.

Las Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental, han sido emitidas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con la finalidad de garantizar la sustentabilidad de las actividades económicas y del aprovechamiento de los recursos naturales. El cabal cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas en materia de protección ambiental que son aplicables al proyecto, formará parte de la política de la empresa, de manera que su observancia será integrada como parte esencial de todas las operaciones del proyecto.

En la tabla siguiente se enuncian las medidas adoptadas por la empresa para el cabal cumplimiento de las normas de protección ambiental.

Además de las Normas Oficiales Mexicanas de protección ambiental analizadas anteriormente, el proyecto se ha sujetado a la observancia de otras Normas Oficiales Mexicanas, relacionadas con distintos aspectos de su desarrollo.

No obstante que la vigilancia del cumplimiento de esas normas es competencia de otras entidades y órganos de la Administración Pública Federal, diferentes de la autoridad ambiental responsable de evaluar el impacto ambiental del proyecto, a continuación se exponen las normas de mayor importancia por su vinculación con aspectos de interés ambiental, como es la extracción de agua y la seguridad laboral.

A continuación se incluye una revisión de todos los ordenamientos jurídicos y Normas Oficiales Mexicanas que regulan diversos aspectos relacionados con la operación de la ampliación minera La India, así como las acciones realizadas por la empresa para su cumplimiento.

Tabla III.3. Vinculación del proyecto con las normas ambientales

Rubro	Norma /Criterio	Vinculación al proyecto
Aire	NOM-041-SEMARNAT-2006. Nivel máximo permisible de gases contaminantes de escapes de vehículos que usan gasolina.	Esta Norma es de observancia para los vehículos con peso bruto vehicular mayor de 400 kilogramos.
	NOM-043-SEMARNAT-1993. Niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.	Se realizarán monitoreos periódicos con análisis realizado por un laboratorio autorizado, con el fin de garantizar que los valores encontrados estén dentro de los límites máximos permitidos.
	NOM-047-SEMARNAT-1999. Establece las características del equipo y el procedimiento de medición, para la verificación de los límites de emisión de contaminantes provenientes de los vehículos automotores que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.	En las distintas actividades que desarrolle el Proyecto minero, el promovente cumplirá con los límites máximos permisibles de emisión a la atmosfera de partículas sólidas, establecidas en las tablas respectivas; Para lo cual implementará los programas preventivos y correctivos necesarios para su cumplimiento.

Suelo	NOM-021-SEMARNAT-2000. Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo análisis.	Esta norma está vinculada al proyecto en virtud de que el promovente deberá de efectuar estudios de suelo, tanto para la operación, como en su momento para la rehabilitación de los mismos.
	NOM-060-SEMARNAT-1994. Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal.	Aún cuando esta norma no está vinculada de manera directa, se recomienda que el proyecto considere las especificaciones del apartado 4.8 (4.8.1 a 4.8.10): trazos, diseños y rehabilitación de caminos.
	NOM138-SEMARNAT-SS-2003. Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.	No obstante que el promovente del proyecto a través de sus responsables en la materia estarán supervisando que las medidas preventivas se lleven conforme lo programado para evitar derrames; en el fortuito caso de que ello ocurriera se apegará a lo dispuesto por esta norma
Ruido	NOM-080-SEMARNAT-1994 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.	Se establecerán mecanismos de control y seguimiento en los programas de mantenimientos preventivos y de servicios, que permitan cumplir con los límites establecidos.
	NOM-081-SEMARNAT-1994. Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	Su cumplimiento estará en función de los programas preventivos y correctivos para que los límites máximos permisibles de la tabla 1 de esta norma no sean rebasados. Establecer los requisitos mínimos para que el patrón seleccione, adquiera y proporcione a sus trabajadores, el equipo de protección personal correspondiente para protegerlos de los agentes del medio ambiente de trabajo que puedan dañar su integridad física y su salud.
Agua	NOM-001-SEMARNAT-1996 establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas nacionales y bienes nacionales.	Aún cuando como se indica en el capítulo II, las soluciones del proceso se mantendrán en recirculación dentro de un sistema que no considera descarga; se deberá acatar lo dispuesto en esta norma para todas aquellas descargas de aguas residuales que el proyecto generará ya sea de manera permanente, intermitente o fortuita. Solamente se prevé la descarga aguas negras provenientes de los servicios administrativos, la disposición se realiza a través de una empresa autorizada.
	NOM-003-CONAGUA-1996. Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.	En el caso de que se requiera construir un pozo, en cualquiera de las etapas del proyecto, el área de protección entre el sitio seleccionado para construir un pozo y las fuentes potenciales de contaminación existentes que no pueden ser suprimidas, tendrá un radio mínimo de 30 m con respecto al pozo; Se Instalaran medidor de volumen a cada una de las fuentes de abastecimiento, mismo que deberán cumplir con la normatividad.
	NOM-004-CONAGUA-1996. Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general.	En todos los pozos de extracción de agua se tomarán muestras simples cada tres años, con objeto de efectuar un análisis fisicoquímico y bacteriológico del agua.

	NOM-007-CONAGUA-1997. Requisitos de seguridad para la construcción y operación de tanques de agua.	Como concesionario de aguas nacionales el promovente estará atento en el cumplimiento de esta norma oficial.
	NOM-011-CONAGUA-2000. Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales	Esta norma aplicaría para el caso en el que el promovente decidiera en un momento dado, como usuario del recurso, determinar la disponibilidad media anual del acuífero del que es usuario.
Residuos	NOM-052-SEMARNAT-2005. Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	Tanto en el capítulo II, como en las medidas de mitigación se describe con detalle los residuos que se generaran durante las etapas del proyecto y en consecuencia el manejo que se le dará de acuerdo a lo dispuesto por estas normas.
	NOM-053-SEMARNAT-1993. Que establece los procedimientos para la prueba de extracción (PECT) que determina los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. NOM-054-SEMARNAT-1993. Que establece los procedimientos para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-053-SEMARNAT-1993.	Se tramitará el registro como empresa generadora de residuos peligrosos, el manejo se realizará de acuerdo a la normatividad aplicable. Se habilitará un almacén temporal de residuos, se contará con las bitácoras de registros correspondientes y los manifiestos de entrega-transporte-recepción debidamente sellados. Se habilitarán áreas separadas en el almacén de residuos, para el manejo de residuos incompatibles.
	NOM-083-SEMARNAT-2003. Establece las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbano y de manejo especial.	En caso de que el proyecto considere que es necesaria la construcción de un sitio para la disposición de residuos No peligrosos, el promovente se sujetará a lo dispuesto por esta norma oficial.
	NOM-157-SEMARNAT-2009. Establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de Manejo de los residuos mineros.	Exige la formulación e implementación de un plan integral para el manejo de todos los residuos a generarse por el proyecto minero
Flora y fauna	NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestre terrestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.	El promovente dispondrá e implementará las acciones y actividades para el debido cumplimiento no solo de esta normas, sino de las que se enuncian en las medidas de mitigación de este estudio, las que en su momento determine el resolutive, así como las que se establezcan en los programas de rescate que para el efecto elabore un profesional en la materia y que el promovente deberá de implementar una vez que lo dictamine y lo apruebe la autoridad competente. Previo al desmonte, se realizará el rescate de flora y hará un monitoreo trimestral de sobrevivencia de plantas, se realizará un monitoreo permanente de flora y fauna silvestre.
	NOM-120-SEMARNAT-1997. 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.	Como referencia, en la etapa de exploración de este proyecto el promovente aplicó lo dispuesto en esta norma oficial desde el inicio de sus exploraciones en el año 2004.

Con base en lo expuesto en este capítulo se desprenden las siguientes conclusiones:

- a) La autorización que en materia de impacto ambiental se solicita a través de este documento corresponde a un proyecto compatible con los ordenamientos jurídicos e instrumentos normativos ambientales aplicables y vigentes.
- b) La operación y desarrollo de Ampliación minera La India no contraviene ninguna disposición jurídica o normativa, explícita en las Leyes, Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas, que le son aplicables en materia de prevención de la contaminación y del aprovechamiento, preservación y restauración de los recursos naturales.
- c) El proyecto no supone la incidencia en materias o rubros que requieran ser regulados ambientalmente, diferentes de los que fueron analizados y regulados de manera particular por la autoridad ambiental al evaluar y autorizar el proyecto original.
- d) Las disposiciones particulares establecidas por la autoridad ambiental en las distintas autorizaciones que han sido otorgadas para el desarrollo del proyecto, son igualmente aplicables a la operación y desarrollo del proyecto en lo que respecta a la protección ambiental de los recursos naturales sobre los que inciden las obras que requieren ser ampliadas, las cuales son y serán cumplidas en los términos previstos por cada uno de esos permisos o autorizaciones.
- e) En los casos en que fueron detectados impactos ambientales negativos para el ambiente, en los términos del propio procedimiento de evaluación del impacto ambiental, se determinan las correspondientes medidas tendientes a prevenir, mitigar o compensar cualquier posible impacto ambiental adverso resultante de la actividad, y que son expuestas en el apartado correspondiente.
- f) La empresa ha dado y continuará dando cabal cumplimiento a los ordenamientos jurídicos aplicables, así como a las disposiciones de protección ambiental que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) determine pertinentes con motivo de la evaluación de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Como se observa, es ineludible el compromiso ambiental que la empresa muestra en el desarrollo del proyecto minero que se somete a consideración de la autoridad, puesto que ha quedado de manifiesto que el desarrollo del mismo se realiza en estricto apego, respeto y cumplimiento de los elementos a los que ha sido impuesto, y que actualmente constituyen una sólida base que sustenta la actividad en sus elementos técnicos y de tipo jurídico.

Criterios de viabilidad

Los criterios empleados por las distintas autoridades para determinar la viabilidad de la actividad minera en el contexto de la normatividad ambiental, expresados en las distintas autorizaciones otorgadas, son igualmente aplicables a la operación y desarrollo del Proyecto Unidad Minera La India y constituyen por ello elementos de valor que deben considerarse en el análisis de esta solicitud.

La identificación de tales criterios y su análisis se presentan en los capítulos V, VI y VII del presente estudio, concluyéndose que la operación y desarrollo del Proyecto en el contexto actualmente existente, es compatible con los preceptos normativos relativos a la protección del ambiente, así como con los instrumentos de planeación del desarrollo aplicables a la zona de interés.

En razón de lo anterior, a continuación se enumeran de forma enunciativa aun cuando no limitativa y general los criterios de viabilidad determinados por la autoridad ambiental aplicables a la solicitud de autorización que se presenta a través de este documento.

1. El manejo de los individuos de especies de flora que se encuentran catalogadas por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 se manejan conforme al Programa de Rescate en las áreas autorizadas garantizando su conservación. No se prevé afectación adicional a superficies con presencia de elementos naturales catalogados
2. De manera concurrente se atenderán los impactos ambientales y a largo plazo se mitigarán los impactos de la ejecución del proyecto sobre el suelo, mediante el desarrollo de un Plan de Manejo de Suelos, que permitirá conservar la capa fértil y utilizarla posteriormente durante la ejecución del Programa de Restauración y Cierre.
3. Los efectos del proyecto sobre la hidrología superficial y subterránea serán mitigados por lo que la construcción y operación del proyecto no tendrá repercusiones sobre el equilibrio ecológico del sistema ambiental.
4. Se desarrolla un Programa de Monitoreo Ambiental, con la finalidad de vigilar la efectividad de las medidas preventivas, de mitigación y compensación ambiental.
5. En materia de riesgo ambiental, se cuenta con un Programa de Seguridad que incluye las acciones, técnicas y metodologías necesarias para disminuir la probabilidad de ocurrencia de eventos no deseados, así como para reducir sus afectaciones ambientales y a la salud humana, en caso de presentarse.
6. Para minimizar la probabilidad de ocurrencia de riesgos ambientales, se aplican diversas medidas, entre las cuales destaca el análisis de estabilidad en terreros.

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

IV.1 Delimitación del área de estudio

El sistema ambiental de Ampliación minera La India fue demarcado considerando diversos factores, entre los que se encontraban las particularidades de cada una de las obras y servicios mineras que se planea desarrollar, las características del medio natural y la interacción de las actividades previstas con el entorno natural. La hidrología es el elemento del entorno de mayor importancia para delimitar el sistema ambiental, le siguen los elementos biológicos, edafológicos, climáticos, geológicos y geomorfológicos, así como las implicaciones socio-ambientales del proyecto.

La Ampliación minera La India, se localiza en la porción Este del Estado de Sonora, aproximadamente a 220 km de la ciudad de Hermosillo Sonora y a 30 km al Oeste de la frontera Sonora-Chihuahua, en el distrito minero de Mulatos dentro del municipio de Sahuaripa, Sonora. Las coordenadas del centro del área del proyecto se ubica en la zona 12 UTM, NAD27 709,000E 3,174,000N, o Latitud Norte 28° 40' 41", Longitud Oeste 108° 51' 40".

La Ampliación minera La India se ubica en terrenos de propiedad privada a aproximadamente 6 Km al NW de Matarachi, dentro del municipio de Sahuaripa, en la porción Este de la entidad federativa Sonora, México.

El proyecto minero se ubica en la región hidrológica RH09 Sonora Sur, en la porción central sur de la cuenca del río Yaqui (Cuenca B), dentro de la subcuenca del río Sahuaripa (Subcuenca n). A nivel local intercepta dos microcuencas hidrológicas (La Chipriona y Arroyo San José) configuradas para la descripción específica de las obras, como se describe más adelante.

En el área donde se presente desarrollar el proyecto NO existe para Sonora ni el municipio de Sahuaripa un Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial a escala local o regional propuesto, elaborado o publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) a la fecha de la realización de este estudio.

Así mismo, NO se ubica dentro Áreas Naturales Protegida federal o estatal alguna y no obstante que se ubica al interior de la Región Hidrológica Prioritaria #16 Río Yaqui-Cascada Basaseachi, se tomarán las consideraciones pertinentes de no afectación.

Factores sociales (poblados cercanos)

La Ampliación minera La India se ubica en una zona rural con acceso desde Hermosillo por la carretera estatal Hermosillo-Sahuaripa y por diversos caminos de terracería que comunican el proyecto con los poblados Trigo de Corodepe, La Iglesia, Tarachi y Matarachi. El poblado rural más cercano al proyecto es Matarachi, ubicado a 6 Km al SW del proyecto. Este poblado cuenta con 163 Habitantes y está comunicado por camino de terracería en buenas condiciones. Este poblado cuenta con el servicio de energía eléctrica y agua entubada, aunque se detectan deficiencias en cuanto al servicio drenaje y la disposición de basura.

La ciudad de importancia más cercana es Arivechi, Sonora localizado a cerca de 37 km en línea recta hacia el noroeste del proyecto minero (aún cuando el proyecto se ubica físicamente en el municipio de Sahuaripa), con cobertura de infraestructura en comunicaciones y servicios.

En un radio aproximado de 20 Km se encontraron comunidades de tres municipios: Sahuaripa, con 12 localidades, Arivechi y Yécora con 1 localidad, como se detalla más adelante en el apartado socioeconómico.

Las comunicaciones actuales son principalmente mediante radio y celular a todos los ejidos, comunidades y ranchos de la zona. También se tiene cobertura de televisión en todo el territorio de los municipios de Sahuaripa y Arivechi.

La principal actividad productiva en la zona del proyecto es la ganadería, solo para el autoconsumo y mercado local. También se tiene la presencia de pocas y pequeñas parcelas de cultivo, sobre todo para el establecimiento de huertas familiares. El rubro minero ha consistido hasta ahora de actividades de exploración por parte de la , a partir del año 2004. Actualmente en la zona se presenta una red de caminos y obras de barrenación. A nivel regional, la operación minera más cercana es la mina Mulatos, ubicada a aproximadamente 14 km, en línea recta, al SW del proyecto.

Rasgos geomorfoedafológicos, hidrográficos, meteorológicos, tipos de vegetación, entre otros;

El terreno donde se ubica la Ampliación minera La India es mayormente de agostadero, cubierto por el tipo de vegetación de encino y encino pino, con vocación minera inminente.

El clima en la estación climática Yécora (26109), que se considera la estación más cercana y que asemeja la zona del proyecto, es sub-húmedo templado, con temperatura media anual de 13.8 y precipitación media anual de 1,012.5 mm.

La zona del proyecto registra una altitud máxima de 2,120 m snm en el cerro El Realito y una altitud mínima de 1,240 en el arroyo San José.

El terreno en el área de estudio presenta las características de la Subprovincia Fisiográfica de Sierras y Cañadas del Norte de la Sierra Madre Occidental, así que se caracteriza por lo quebrado y abrupto de la topografía, distinguiéndose diferentes zonas en cuanto al relieve. La elevación mayor la constituye el pico del cerro El Realito que alcanza los 2,120 m snm, en el NE del área, mientras que la menor elevación es de 1,240 m snm, en el arroyo San José, en su salida del área de estudio por el borde NW del proyecto, para un relieve neto de 880 m. Otras elevaciones importantes son el cerro El Duraznito (1,980 m snm) en la esquina SE del área, el pico sin nombre junto al puerto El Borrego (1,960 m snm), en el cuadrante NE, y el cordón La Viruela (1,900 m snm) en la parte centro-oriental del proyecto.

La principal actividad productiva en la zona del entorno al proyecto es la ganadería, solo para el autoconsumo y mercado local. También se tiene la presencia de pocas y pequeñas parcelas de cultivo, sobre todo para el establecimiento de huertas familiares. El rubro minero ha consistido hasta ahora de actividades de exploración por parte de la empresa promotora, a partir del año 2004. Actualmente en la zona se presenta una red de caminos y obras de barrenación. La operación minera más cercana es la mina Mulatos, ubicada a aproximadamente 14 km en línea recta, al SW del proyecto.

La zona del proyecto registra una altitud máxima de 2,120 m snm en el cerro El Realito y una altitud mínima de 1,240 en el arroyo San José. La vegetación característica es del tipo bosque de encino y encino pino con uso actual de agostadero y exploración minera.

El proyecto minero se ubica en la región hidrológica RH09 Sonora Sur, en la porción central sur de la cuenca del río Yaqui (Cuenca B), dentro de la subcuenca del río Sahuaripa (Subcuenca n). A nivel local intercepta dos microcuencas hidrológicas (La Chipriona y Arroyo San José) configuradas para la descripción específica de las obras, como se describe más adelante.

En el área donde se presente desarrollar el proyecto NO existe para Sonora ni el municipio de Sahuaripa un Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial a escala local o regional propuesto, elaborado o publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) a la fecha de la realización de este estudio. Así mismo, NO se ubica dentro Áreas Naturales Protegida federal o estatal alguna y no obstante que se ubica al interior de la Región Hidrológica Prioritaria #16 Río Yaqui-Cascada Basaseachi, se tomarán las consideraciones pertinentes de no afectación.

Tipo, características, distribución, uniformidad y continuidad de las unidades ambientales (ecosistemas);

Las unidades ambientales se definieron con la ayuda del sistema de información geográfica que se constituyó en ArcGIS para comprender mejor el entorno natural y sus dinámicas, el cual permitió un análisis más integral de la información temática espacial mediante la técnica de la sobreposición de los distintos mapas generados y de otra información con elementos espaciales.

De esta forma, se determinó que el componente más significativo para la definición de unidades ambientales lo constituye la hidrología superficial. Se establecieron cuatro unidades ambientales para describir el sistema ambiental, con base en las cuencas de captación de escurrimiento en las que se asentarán las obras mineras.

La siguiente tabla muestra las características de estas unidades ambientales con base en los diferentes componentes del ambiente, las cuales se ilustran en la figura IV.1 y se detallan en el apartado IV.5 del Diagnóstico ambiental de este capítulo, como parte de la síntesis del inventario ambiental, una vez descritos los rubros ambientales que componen el sistema en estudio.

Tabla IV.2. Desglose de ocupación de las unidades ambientales en el área de ampliación minera La India

No. Unidad	Tipo de vegetación	Suelo	Geología	Geomorfología/ pendiente	Hidrología Superficial	Hidrología subterránea	Superficie involucrada a las obras mineras (ha)	Superficie total (ha)
1	BQ, BQP	Re+Ah+L v/2/L	RIO; TOBD; TOBA; IND; BASmv	UG 1.1; UG 1.2; UG 2.2	RH9, Cuenca B, Río Yaqui, subcuenca n Sahuaripa, microcuenca Arroyo San José, submicrocuenca La Cieneguita ; C.E. 10-20%	UPM; UPB; UPA	10.59	688.234
2	BQP, BQ, BPQ	Re+Ah+L v/2/L	TOBA; RIO; TOBD; IND; CONcg	UG 1.1; UG 2.2; UG 1.2	RH9, Cuenca B, Río Yaqui, subcuenca n Sahuaripa, microcuenca Arroyo San José, submicrocuenca La Amargosa ; C.E. 10-20%	UPA; UPB; UPM	48.42	556.935
3	BQP, BQ, BPQ	Re+Ah+L v/2/L; Hh/2/L	TOBD; RIO; TOBA; CONcg; CONss; BASmv; PORA	UG 1.1; UG 2.1; UG 1.3; UG 2.2	RH9, Cuenca B, Río Yaqui, subcuenca n Sahuaripa, microcuenca Arroyo San José, submicrocuenca Arroyo Hondo ; C.E. 10-20%	UPB; UPA; UPM	87.35	
4	BQP, BQ, BPQ	Re+Ah+L v/2/L; Hh/2/L; Hh+Re/2/ L	TOBD; RIO; TOBA; CONcg; CONss; BASmv; PORA	UG 1.1; UG 2.1; UG 1.3	RH9, Cuenca B, Río Yaqui, subcuenca n Sahuaripa, microcuenca Arroyo San José, submicrocuenca La Yerbabuena ; C.E. 10-20%	UPB; UPA	2.56	
5	BQP, BQ, BPQ	Re+Ah+L v/2/L; Hh/2/L; Hh+Re/2/ L	TOBD; RIO; TOBA; CONcg; CONss; BASmv; PORA	UG 1.1; UG 2.1; UG 1.3; UG 2.2	RH9, Cuenca B, Río Yaqui, subcuenca n Sahuaripa, microcuenca La Chipriona, submicrocuenca La Chipriona ; C.E. 10-20%	UPB; UPA; UPM	7.71	666.186

Nota: Si en alguna casilla aparece más de un tipo de elemento, entonces el orden en que se presentan indica su abundancia relativa, siendo el primero el más abundante y el último el menos abundante. Negritas: el muy predominante; cursivas: constituyente escaso

Abreviaturas:

Vegetación: BQ= Bosque de encino; BQP= Bosque de encino-pino; BPQ= Bosque de pino-encino; PI= Pastizal inducido

Suelo: Re+Ah+L/v/2/L= Regosol éutrico, acrisol húmico, luvisol vértico, fase textural media, fase física lítica; Hh/2/L= Feozem háplico, regosol éutrico, fase textural media, fase física lítica

Geología: RIO= Unidad de riolita; TOBD= Unidad de tobas dacíticas; TOBA= Unidad de tobas andesíticas; IND= Tobas andesíticas y dacíticas indiferenciadas; BASmv= Unidad de andesita basáltica; CONcg= Unidad de conglomerado: subunidad de conglomerado; CONss= Unidad de conglomerado: subunidad de arenisca; PORA= Pórfido andesítico

Geomorfología/pendiente: UG 1.1= Unidad Geomorfológica 1.1: Laderas de montañas, picos cónicos, altas elevaciones, predominan pendientes mayores a 25°; UG 1.2= Unidad Geomorfológica 1.2: Laderas de montañas y cerros, rasgos lineales N-S, abundantes pendientes <25°, pocas > 100%; UG 1.3= Lomas y cerros con cimas redondeadas, predominan pendientes <25°, escasas pendientes >100%; UG 2.1= Lomas y cerros altos, llanuras pequeñas, cerros con escarpes, geoformas elongadas N-S, abundantes pendientes <10°; UG 2.2= Laderas de cerro alto, comunes todos los rangos de pendientes.

Hidrología Superficial: C.E. Coeficiente de escurrimiento

Hidrología Subterránea: UPA= Unidad con posibilidades altas; UPM= Unidad con posibilidades medias; UPB= Unidad con posibilidades bajas

Usos de suelo permitidos por el Plan de Desarrollo Urbano o Plan Parcial de Desarrollo Urbano aplicable para la zona (si existieran).

No existen elementos de planificación del desarrollo para la región del proyecto que enmarque los usos y destinos del suelo en estudio, excepto los usos potenciales del lugar.

Derivado de la revisión del Capítulo III de vinculación del proyecto con los usos del suelo, se destaca que no existen elementos que impidan lo limiten la Ampliación minera La India aquí planteado.

IV.2.1 Aspectos abióticos

a) *Clima*

Metodología y fuentes de información

Con el objeto de detectar las estaciones meteorológicas más cercanas al Ampliación minera La India se realizaron búsquedas en las bases de datos Sistema de Información Climatológica (SICLIM 1.0) y el Extractor Rápido de Información Climatológica (Eric II), ambos publicados por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, así como en las Normales Climatológicas publicadas en Internet por el Servicio Meteorológico Nacional (<http://smn.cna.gob.mx/>). Adicionalmente, se solicitó al Organismo de Cuenca Noroeste de la Comisión Nacional del Agua (CNA) la información existente de las estaciones más cercanas al área de interés.

Tabla IV.3 Datos de identificación y geográficos de las estaciones obtenidas del sitio de Normales Climatológicas de la CNA.

Nombre	Municipio	Clave	Lat°	Lat'	Lat''	Lon°	Lon'	Lon''	Altitud	Dist. Proy. (m)	Rumbo
Arivechi	Arivechi	26004	28	55	45	109	11	27	520	38,435	NW
Cd. Cubil (CFE)	Sahuaripa	26029	28	38	0	108	45	0	350	15,875	SE
Guisamopa	Sahuaripa	26263	28	38	46	109	6	27	737	22,371	WSW
La Guadalupe (CFE)	Sahuaripa	26049	28	57	0	109	4	0	750	32,094	NW
Mulatos (DGE)	Sahuaripa	26209	29	5	0	109	10	0	1,165	49,799	NW
Mulatos (SMN)	Sahuaripa	26055	28	38	0	108	45	0	1,165	15,875	ESE
Sahuaripa (CFE)	Sahuaripa	26078	29	4	22	109	14	22	445	53,077	NW
Sahuaripa (SMN)	Sahuaripa	26077	29	3	0	109	14	0	460	50,777	NW
Valle Tacupeto	Sahuaripa	26106	28	47	51	109	9	52	542	28,727	WSW
Santa Rosa	Yécora	26094	28	28	22	109	6	22	1,020	33,487	SW
Yécora (DGE)	Yécora	26123	28	22	17	108	55	40	460	37,318	S
Yécora (SMN)	Yécora	26109	28	22	11	108	55	37	1,552	37,523	S

Nota: En color se señalan los datos que muy probablemente son incorrectos.

Las tablas IV.3. y IV.4 muestran la información geográfica y de identificación de las diferentes estaciones que rodean la zona del proyecto obtenidas de la página de Normales Climatológicas de la CNA así como del SICLIM. Las coordenadas geográficas se convirtieron a UTM (NAD 27) y se ubicaron con AutoCAD sobre una base topográfica del INEGI escala 1:50,000 y 1:250,000,

con lo que se obtuvieron las distancias al sitio del proyecto que se muestran en estas tablas. Comparando la ubicación obtenida para las estaciones con aquellas mostradas en la cartografía del INEGI para las localidades a las que supuestamente corresponden, se determinó que eran inexactas o incorrectas las coordenadas de las estaciones Cd. Cubil 26029, La Guadalupe (CFE) 26049 y Mulatos 26209 que se marcan con color amarillo en la tabla IV.3.

Tabla IV.4 Datos de identificación y geográficos de las estaciones obtenidas del Sistema de Información Climatológica.

Nombre	Municipio	Clave	Lat°	Lat'	Lat''	Lon°	Lon'	Lon''	Altitud	Dist. Proy. (m)	Rumbo
Tarachi	Arivechi	26273	28	48	-	108	56	-	1,140	11,300	NNW
Mulatos DGE	Sahuaripa	26209	-	-	-	-	-	-	1,165		
La Guadalupe	Sahuaripa	26049	28	58	-	108	43	-	750	33,421	NNE
Maicoba	Yécora	26278	28	23	-	108	40	-	1,500	41,934	SE
Tres Ojitos	Madera, Chihuahua	8146	28	55	-	108	31	-	2,600	43,283	NE
El Cubil	Sahuaripa	26029	29	12	-	109	15		350	65,048	NW

Adicionalmente, la elevación de 460 m.s.n.m. para la estación Yécora (DGE) 26123 también parece ser errónea y se marca igualmente con amarillo. Al comparar las tablas IV.3 y IV.4, se aprecia que existen discrepancias y similitudes entre la información del SICLIM y de las Variables Climatológicas. Sin embargo, no fue posible obtener más información de las estaciones mencionadas.

Por su parte, la CNA proporcionó datos meteorológicos para las estaciones que se indican en la tabla IV.5, misma que incluye las variables proporcionadas y el rango de los datos, pero no incluyó las coordenadas geográficas.

Tabla IV.5 Datos climáticos proporcionados por la CNA.

Estación	T. Máxima		T. Mínima		Precipitación		Evaporación	
	Desde	Hasta	Desde	Hasta	Desde	Hasta	Desde	Hasta
Arivechi 26004	01/01/1961	30/10/2008	01/01/1961	31/10/2008	01/01/1961	31/10/2008	02/03/2000	31/10/2000
Guisamopa 26263	01/03/1982	30/10/2008	01/03/1982	31/10/2008	01/03/1982	31/10/2008	ND	ND
Maicova 26285	25/03/1982	31/10/2008	25/03/1982	31/10/2008	25/03/1982	31/10/2008	ND	ND
Mulatos 26055	01/01/1943	31/03/2005	01/01/1943	31/03/2005	01/01/1943	31/03/2005	ND	ND
Sahuaripa 26077	01/08/1942	31/10/2008	01/08/1942	31/10/2008	01/08/1942	31/10/2008	ND	ND
Yécora (smn) 26109	01/01/1944	30/09/2008	01/01/1944	30/09/2008	01/01/1944	30/09/2008	01/10/1984	30/09/2008

Por otro lado, se tuvo acceso a datos de la estación Mulatos (sin especificar el número de estación) actualizados con información reciente de la estación meteorológica instalada en el campamento de la compañía de Minas de Oro Nacional, S.A. de C.V. Sin embargo, esta información no coincide con la de la CNA para la estación Mulatos 26055 y además de que al “mezclarse” con los datos de otra estación, pierde su utilidad.

Dado que no existe ninguna estación en la vecindad inmediata del sitio del proyecto es necesario extrapolar o utilizar los datos de otras estaciones. Por observación de la región montañosa y de topografía abrupta en que se ubica el proyecto, se considera que existe una fuerte correlación entre las condiciones climáticas y la altura de los lugares sobre el nivel del

mar, lo cual se refleja en marcadas diferencias en arreglos vegetativos. En consecuencia, se considera que más que extrapolar de las diferentes estaciones es más conveniente utilizar la información climática de aquella más cercana que muestre un escenario geográfico y vegetativo más semejante al del área de Ampliación minera La India.

La estación Yécora 26109 es la que se considera que satisface mejor los criterios anteriores. Se ubica aproximadamente a 37 km al S del sitio a una elevación de 1,552 m.s.n.m. De las tablas V.3 y IV.4 se reconoce que más cercanas aún son las de Tarachi (26273), Mulatos (26055), Guisamopa (26263) y Valle de Tacupeto (26106), pero sus elevaciones son mucho menores, aunado a que sus registros climáticos son limitados. En síntesis, en el presente trabajo se utiliza a la estación Yécora 26109 para caracterizar el régimen climático y determinar el evento máximo en 24 hrs con período de retorno de 100 años, ya que su altitud y clima son más parecidos al sitio del proyecto y por contar con un registro bastante completo (Tabla IV.6).

Caracterización del clima

El clima fue caracterizado y clasificado con base en el esquema de Köppen modificado por Enriqueta García, utilizándose para ello la información climática de la estación Yécora 26109 obtenida de las Normales Climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional de la CNA. La temperatura (T) media anual para esta estación es de 13.8°C (Figura IV.2 y Tabla IV.5). El mes más frío es diciembre con una temperatura (T) media mensual de 6.6°C y el más caliente junio con 26.1°C en promedio mensual, por lo que la oscilación térmica es de 15°C.

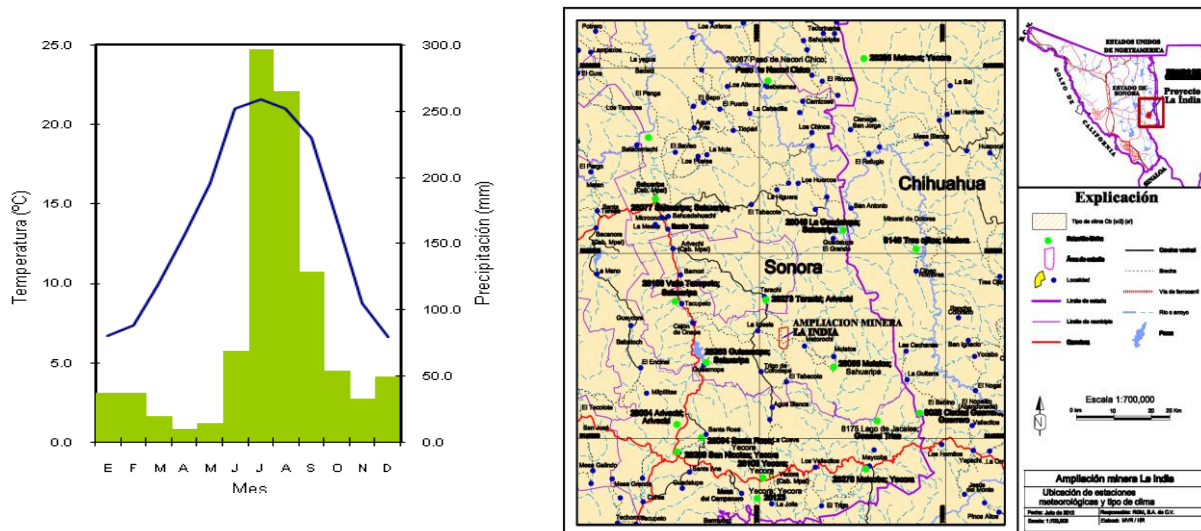


Figura IV.2 Climograma de la estación Yécora 26109 y ubicación de estaciones meteorológicas cercanas al proyecto

Temperatura del área del proyecto

Con base en las anteriores características y por su relación de precipitación-temperatura, se deriva que el clima es subhúmedo y por su régimen térmico es templado, toda vez que la T media del mes más frío se ubica entre -3 y 18°C y la del mes más caliente es mayor que 6.5°C, mientras que la T media anual se encuentra entre los 12 y los 18°C. Por su oscilación térmica anual se tiene que es muy extremo. De esta forma, de acuerdo al esquema de Köppen,

modificado por Enriqueta García, la nomenclatura que le corresponde al Ampliación minera La India es de $Cb(w_2)(e')$.

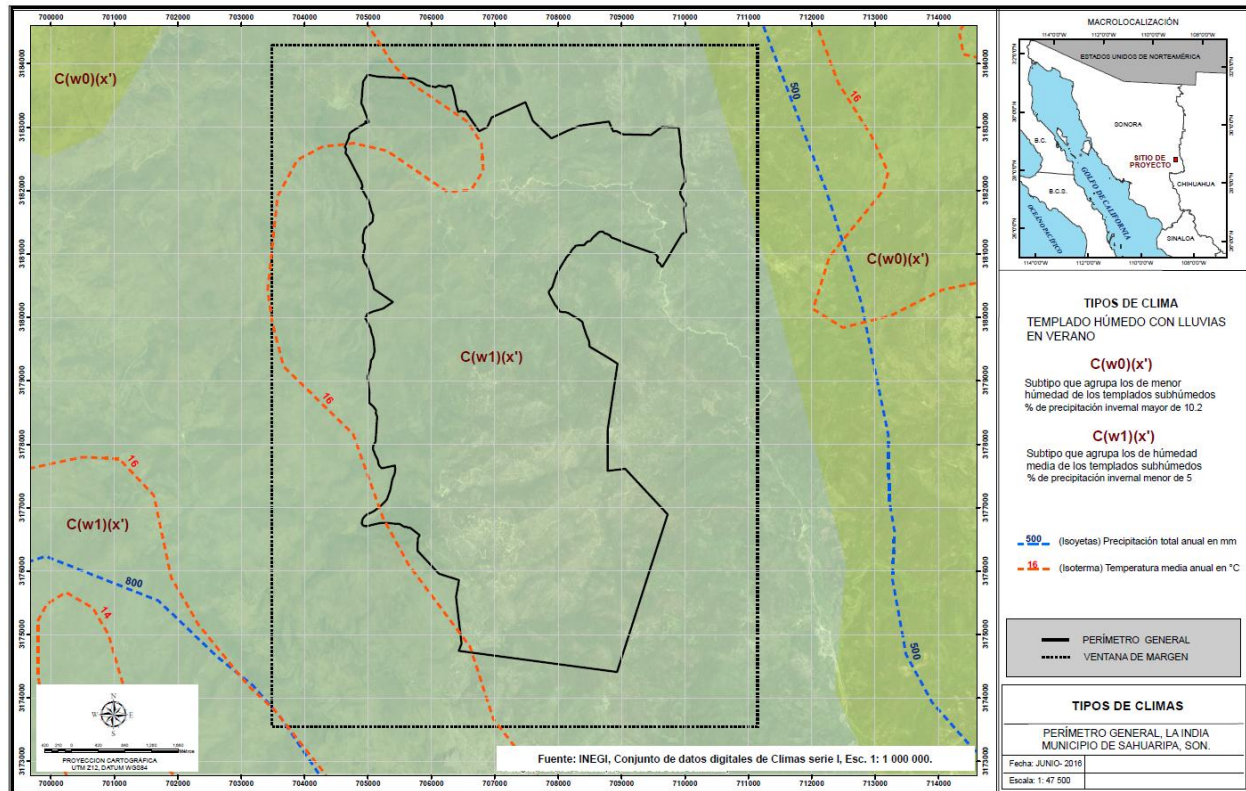


Figura IV.3. Plano climático del proyecto

Tabla IV.5 Datos de temperatura de la estación Yécora 27109.

Elementos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima (°C)													
Normal	16.8	16.8	19.3	22.8	25.9	29.9	29.0	28.4	27.1	22.5	17.8	15.9	22.7
Máxima mensual	23.0	25.4	25.4	30.0	33.1	33.3	33.9	32.3	31.0	27.6	24.0	22.2	
Año de máxima	2000	2000	1972	2000	2000	1980	1980	1979	2000	1999	1999	2000	
Máxima diaria	28.0	30.0	31.0	34.5	37.5	37.0	36.0	35.0	36.0	34.0	29.0	29.0	
Fecha máxima diaria	30/1979	28/1979	17/1972	27/2000	28/2000	23/1978	01/1978	16/1978	07/2000	06/2000	02/1992	27/1978	
Años con datos	29	30	30	29	29	29	29	30	29	30	29	29	
Temperatura media (°C)													
Normal	6.7	7.3	9.9	13.0	16.3	21.0	21.6	21.0	19.2	13.9	8.7	6.6	13.8
Años con datos	29	30	30	29	29	29	29	30	29	30	29	29	
Temperatura mínima (°C)													
Normal	-3.4	-2.2	0.5	3.2	6.7	12.1	14.1	13.6	11.4	5.3	-0.5	-2.7	4.8
Mínima mensual	-8.1	-6.6	-4.0	-3.6	-1.9	6.5	6.9	7.8	6.0	-2.0	-5.9	-8.5	
Año de mínima	1973	1971	1987	1973	1972	1971	1972	1972	1972	1974	1973	1974	
Mínima diaria	-13.0	-13.5	-10.0	-7.0	-7.0	-1.0	4.0	4.0	3.0	-5.0	-9.5	-11.0	
Fecha mínima	08/1971	28/198	01/1987	18/1971	02/1972	01/1971	09/1972	30/1974	02/1973	30/1975	27/1987	12/1998	

diaria		7											
Años con datos	29	30	30	29	29	29	29	30	29	30	29	29	

Precipitación

En cuanto a régimen pluvial, el valor medio anual corresponde a 1,012.5 mm. La mayor precipitación mensual media ocurre en julio, el cual registra 296.4 mm de lluvia y corresponde con el pico de la temporada de lluvias de verano que presenta la estación (figura IV.2). De acuerdo a las convenciones de Enriqueta García, el régimen de lluvias de verano se confirma por el hecho de que el mes más húmedo de la mitad caliente del año es 10 veces más lluvioso que el del mes más seco. Adicionalmente, la lluvia invernal (enero a marzo por convención) sólo representa el 9.3% del total anual. Como se aprecia en el climograma de la figura IV.2 existe una marcada diferencia en cuanto a lluvia entre julio y agosto con el resto de los meses.

Tabla IV.6 Datos de precipitación y evaporación de la estación Yécora 27109.

Elementos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Precipitación (mm)													
Normal	37.1	37.1	19.6	9.5	14.4	68.6	296.4	265.0	128.7	53.6	32.9	49.6	1,012.5
Máxima mensual	150.0	171.0	169.0	49.5	96.5	204.0	892.0	750.0	320.0	196.0	135.0	244.5	
Año de máxima	1973	1973	1983	1997	1984	1972	1975	1974	1983	1983	1974	1984	
Máxima diaria	56.0	65.0	80.0	25.5	33.0	120.0	84.0	100.0	90.0	90.0	120.0	88.0	
Fecha máxima diaria	17/1979	28/1991	02/1983	17/1997	14/1984	10/1972	19/1974	20/1975	02/1974	28/1971	07/1974	11/1984	
Años con datos	29	30	30	29	30	30	30	30	29	30	29	29	
Evaporación (mm)													
Normal	46.2	60.1	104.5	162.6	225.1	249.1	156.9	102.6	106.8	99.8	68.9	49.1	1,431.7
Años con datos	7	9	11	11	11	11	11	13	12	13	10	6	

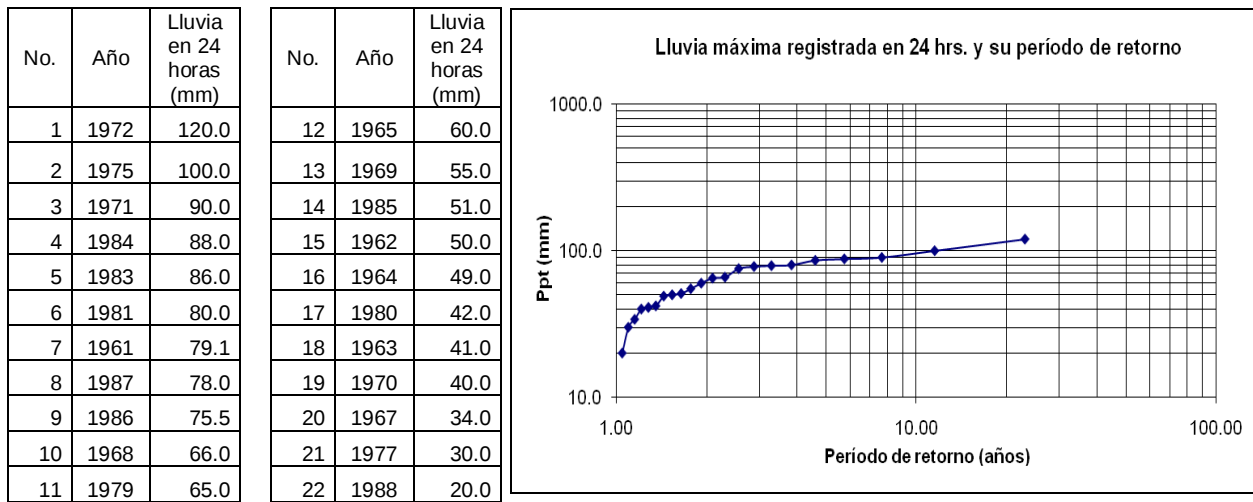
Lluvia máxima en 24 hrs.

Para el cálculo de lluvia máxima para un período de retorno dado, se requiere una serie de datos de al menos un número de años igual a un quinto del período de retorno buscado. Para el caso de un período de retorno de 100 años, esto se traduce en al menos 20 años continuos de datos (sin repeticiones) como mínimo, siendo 30 años más deseable. A diferencia de las otras estaciones en la región, el amplio registro de la estación Yécora 26109 (proporcionado por la CNA), de enero de 1944 a septiembre del 2008, apenas permitió cumplir con el requisito recién expresado, esto por vacíos en los datos.

De los 65 años que comprendió el padrón de lluvia en 24 horas, solamente el intervalo de 1961 a 1988, es decir 28 años, no presentó faltantes y fue utilizado, al eliminar repeticiones, para obtener la serie anual de máximos con que se calculó la lluvia máxima en 24 horas con período de retorno de 100 años misma que se presenta en la tabla IV.7 y que comprende los valores de 22 años, es decir, apenas lo suficiente para determinar un período de retorno de 100 años.

En la tabla IV.7 se percibe que la serie anual de máximos presenta inhomogeneidades, pero que no son de magnitud tal como para invalidar su uso para los cálculos de interés.

Tabla IV.7 Eventos de lluvia máxima en la estación Yécora (26109) utilizados para el cálculo de períodos de retorno y su registro gráfico



Cálculo del evento de lluvia máxima en 24 hrs

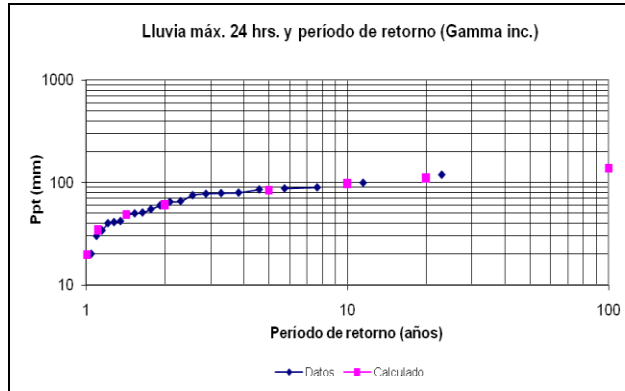
Las funciones de distribución de probabilidad más comúnmente empleadas son la Gumbel simple o de Valores Extremos Tipo I, la Log-Pearson Tipo III, la Gamma Incompleta y la Gamma para dos poblaciones. Como práctica rutinaria hacemos corridas para estas cuatro funciones y determinamos la que mejor se ajusta a los datos disponibles.

La tabla IV.8 muestra los resultados obtenidos con estas funciones de distribución de probabilidad para un evento con un período de retorno de 100 años así como la corrección por intervalo fijo de observación propuesto por Weiss.

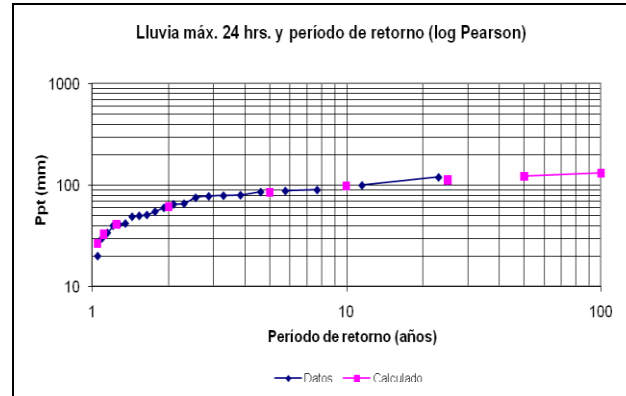
Tabla IV.8 Resultados de lluvia máxima según la función utilizada

Función	Magnitud calculada para un evento con período de retorno de 100 años	Magnitud del evento con la corrección de Weiss
Gamma Incompleta	120 mm	136 mm
Log Pearson Tipo III	132 mm	149 mm
Gumbel	159 mm	180 mm
Gamma de 2 poblaciones	173 mm	195 mm

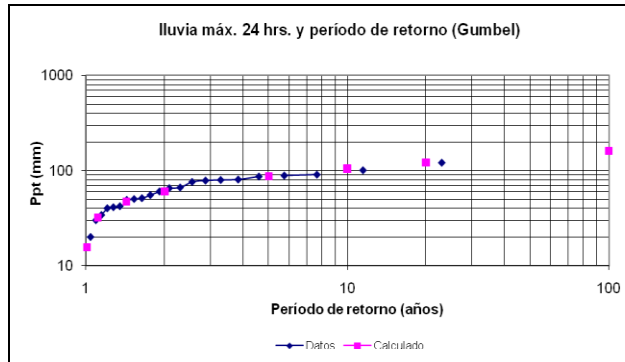
Como se aprecia en las siguientes figuras, los resultados de la función de distribución para dos poblaciones es la que mostró el más pobre ajuste a los datos de la estación Yécora, lo cual no es de extrañar pues los datos no reflejan claramente la existencia de dos conjuntos de datos, además de que la ubicación geográfica de la zona es alejada de la zona de influencia de huracanes u otros fenómenos meteorológicos que puedan generar dos poblaciones de datos.



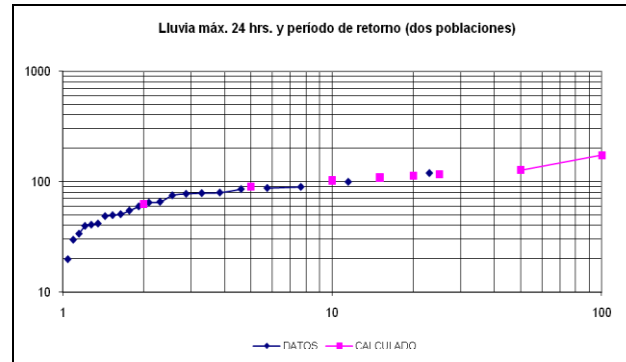
Períodos de retorno de los datos de la estación Yécora (26109) y los calculados con la función de distribución Gamma Incompleta



Períodos de retorno de los datos de la estación Yécora (26109) y los calculados con la función de distribución Log Pearson Tipo III



Períodos de retorno de los datos de la estación Yécora (26109) y los calculados con la función de distribución Gumbel Simple (Valores Extremos Tipo I)



Períodos de retorno de los datos de la estación Yécora (26109) y los calculados con la función de distribución Gamma para dos poblaciones

Figura IV.4. Registro de Cálculo del evento de lluvia máxima en 24 hrs según la función de medición.

Los datos de valores altos de la estación Yécora muestran una tendencia mayor que la que se percibe en los resultados arrojados por las funciones Gama Incompleta y Log Pearson Tipo III, lo que se traduce en que los resultados de los mismos muy probablemente sean inferiores a los de un evento “real” de 100 años. De esta forma, es la función Gumbel Simple la que mejor se ajusta a los datos muestra, motivo por lo cual se sugiere utilizar su resultado, ya ajustado con la corrección de Weiss por el intervalo de observación, de **180 mm** como el valor probable que tendrá un evento de lluvia máxima en 24 horas que tenga un periodo de retorno de 100 años.

Eventos meteorológicos extremos

La siguiente tabla muestra los registros de eventos meteorológicos sucedidos en la Ampliación minera La India, considerando de referencia la Estación Yécora:

Tabla IV.9 Datos de eventos meteorológicos extremos de la estación Yécora 27109.

Elementos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Número de días con:													
Lluvia	3.5	3.0	1.8	1.1	1.6	6.1	21.0	18.5	10.9	4.1	2.6	3.7	77.9
Años con datos	29	30	30	29	30	30	30	30	29	30	29	29	
Niebla	1.3	0.9	0.4	0.3	0.1	0.6	5.1	6.1	4.7	2.2	1.4	1.2	24.3
Años con datos	29	30	30	29	30	30	30	30	29	30	29	29	
Granizo	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.4	0.8	0.8	0.4	0.0	0.0	0.0	2.6
Años con datos	29	30	30	29	30	30	30	30	29	30	29	29	
Tormenta Eléctrica	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	2.5	6.7	6.3	2.2	0.4	0.2	0.9	19.9
Años con datos	29	30	30	29	30	30	30	30	29	30	29	29	

b) Geología y geomorfología

Geología regional

La geología de la Sierra Madre Occidental (SMO) es dominada por rocas ígneas volcánicas, piroclásticas, volcanoclásticas y sedimentarias que fueron generadas principalmente en un régimen tectonomagmático de subducción durante el Cretácico Tardío y el Terciario Temprano a Medio, y posteriormente en un régimen de límite de placas distensivo.

Si bien los eventos se traslaparon en el tiempo y el espacio, lo que puede causar variaciones locales, la columna estratigráfica general de la Sierra Madre Occidental está bastante bien establecida. Ferrari *et al.* (2007) reconocen cinco complejos ígneos principales: (1) rocas plutónicas y volcánicas del Cretácico Tardío al Paleoceno; (2) Andesitas y riolitas menores del Eoceno que por lo común se incorporan en el "Complejo Volcánico Inferior"; (3) Ignimbritas silíceas, formadas principalmente en dos pulsos en el Oligoceno y el Mioceno, hace 32-28 m.a. y 24-20 m.a. respectivamente, y que típicamente se incluyen en "Supergrupo Volcánico Superior"; (4) lavas andesíticas-basálticas transicionales formadas, cerca de, y al final de cada pulso ignimbrítico; y, (5) vulcanismo postsubducción consistente de basaltos alcalinos e ignimbritas emplazadas en el Mioceno Tardío, Plioceno y Pleistoceno. Es común en los trabajos de la Sierra Madre Occidental que los términos "supergrupo" o "complejo" antes mencionados se usen intercambiamente con "series" o "unidades" para los paquetes andesíticos y riolíticos típicos de la región. Cabe mencionar que el Supergrupo Volcánico Superior es bastante resistente a la erosión y es el que le imprime las características fisiográficas a la SMO.

El basamento de estas rocas lo constituyen secuencias precámbricas, mesozoicas y paleozoicas que afloran parcialmente en bloques fallados fuera de la zona núcleo de la SMO y en ventanas dentro de ésta. En la región de Sahuaripa y Arivechi, Sonora, afloran rocas proterozoicas y paleozoicas (SEGEM, 2000; Stewart y Poole, 2002). El Proterozoico Superior está expuesto en la sierra Chiltepín donde consiste de dolomías, cuarcitas, limolitas y poco conglomerado, depositados en un ambiente de aguas someras hace más de 700 m.a. (Stewart y Poole, 2002). Por otra parte, sin que exista continuidad estratigráfica con lo anterior, paquetes de carácter cratonal de edad cámbrica y ordovícica afloran asimismo en la región de Arivechi en la localidad conocida como cerro Mogollón, donde consisten de caliza, caliza arenosa y limosa, arenisca, limolitas y shales. El paleozoico superior se encuentra representado por depósitos de plataforma constituidos por calizas, areniscas, limolitas y lutitas, que varían en edad del Misisípico al Pérmico. Fósiles de probable edad devónica han sido reportados de la Sierra Santo Domingo (Stewart y Poole, 2002). Como lo establecieron Fernández-Aguirre y Almazán-Vásquez (1991), en la región de Arivechi el Paleozoico Superior se encuentra cabalgando a rocas mesozoicas.

El Jurásico Superior se representa por dos secuencias distintas. Un paquete es metasedimentario pudiendo tener su origen en el metamorfismo, durante el Jurásico Tardío, de areniscas, lutitas y conglomerados, con niveles de depósitos de carbón, de edad Triásica. La otra secuencia es de carácter vulcanosedimentario y aflora en las inmediaciones de Arivechi, Sonora, y de Moris, Chihuahua, estando compuesto de lutitas y conglomerados intercalados con tobas y aglomerados andesíticos (SEGEM, 2000). Concordantemente sobre esta secuencia se presentan en Arivechi rocas sedimentarias del Grupo Bisbee cuya edad es Jurásico Superior a Cretácico Inferior. La unidad basal es el Conglomerado Glance, el cual es sobreyacido por lutitas y areniscas. Por su parte, el Cretácico Superior, discordante sobre lo anterior, consiste de la formación Tarahumara compuesta de andesitas, traquitas y areniscas con algunos horizontes de lutitas y calizas. A su vez, discordantes sobre estas rocas se formaron los paquetes ígneos descritos al inicio de este apartado.

Los rasgos tectónicos de la región están dominados por fallas de alto ángulo formadas en distintos eventos durante el Terciario, siendo las orientaciones principales NW-SE y NE-SW, aunque se presentan también E-W, ESE-WNW y NNE-SSW. Antes de la generación de estos rasgos distensivos, se reconocen eventos compresivos en el cierre del Cretácico-Paleoceno (revolución Iaramídica) y en el Jurásico Tardío, pero su exposición es limitada.

El proyecto La India comprende múltiples rocas volcánicas hospedantes, alta sulfuración y sistemas de oro epitérmicos. *Grayd Resource Corporation* ha estado explorando proactivamente el proyecto desde 2004. El trabajo realizado a la fecha incluye mapeos geológicos, muestreo geoquímico de fragmentos de roca, estudios geofísicos aéreos, estudios geofísicos terrestres, mapeo topográfico fotogramétrico, perforación con broca de diamante, perforación de circulación inversa, estudios ambientales de línea base y pruebas metalúrgicas. La situación mineral presente en el área del proyecto y los tipos de depósitos que se buscan son depósitos de oro-plata, de naturaleza volcánica, epitérmica y con alta sulfuración (HS). Tales depósitos pueden estar presentes como venas y/o depósitos diseminados. El área de La Viruela – La Cruz comprende uno de varios centros de mineralización de alta sulfuración epitérmica reconocidos en la región (Staude, 2001).

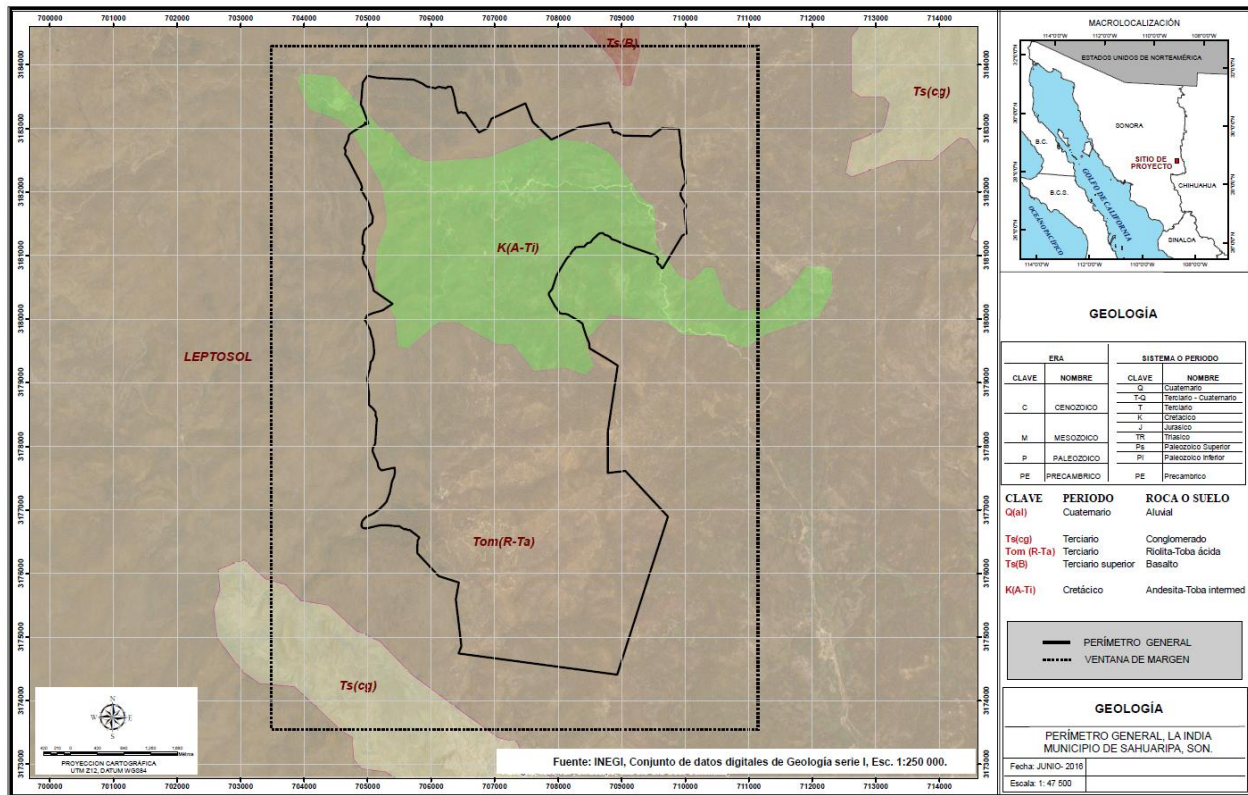


Figura IV.6 Mapa geológico

Características litológicas del área

La descripción geológica incorporada en este apartado se deriva en gran parte de la información proporcionada por la compañía (Grayd Resources), en la forma de planos geológicos, la tesis (Páez Beltrán, 2008) y comunicación oral de Cruz Enrique Páez Beltrán, y los reportes de de Jenkins (1994) y Gray y Giroux (2009). Esta información se complementó con datos derivados de visitas al sitio del proyecto y de los análisis de un sistema de información geográfico, integrado en ArcGIS 9.2, que incorporó imágenes de satélite, fotografía aérea, cartografía temática, modelo digital de elevación de INEGI y curvas de nivel a 20 y 10 m, además de datos de campo. Las visitas al sitio del proyecto se realizaron en julio del 2008 y agosto y diciembre del 2009.

La columna estratigráfica del área de estudio consiste de rocas volcánicas, piroclásticas, volcanoclásticas, sedimentarias e intrusivas (fig. IV.5), con rumbo general NNW y echado entre 25 y 30° al ENE (Gray y Giroux, 2009). De la base a la cima, se reconocen las siguientes unidades informales: (1) unidad de tobas andesíticas, (2) unidad de tobas dacíticas, (3) unidad riolítica, (4) unidad de andesita basáltica, (5) unidad de conglomerado, y (6) coluvión y aluvión. Su distribución y relaciones se presentan en el plano geológico de la figura IV.6.

De acuerdo a Gray y Giroux (2009), las rocas asignadas a las unidades de tobas andesíticas y de tobas dacíticas son de edad eocénica y pertenecen a la Serie Volcánica Superior, mientras que la unidad riolítica representa a la Secuencia Volcánica Superior, siendo su edad oligocénica al igual que la unidad de andesita basáltica.

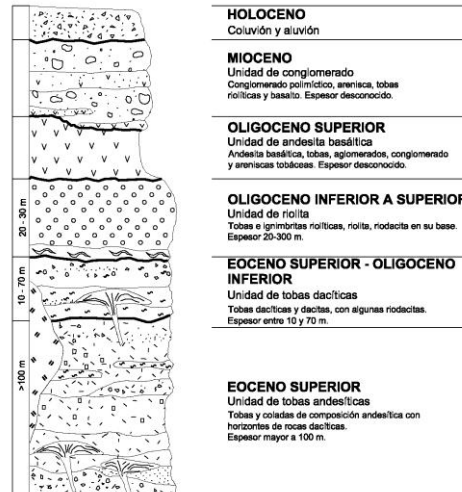


Figura IV.5 Columna estratigráfica del área de estudio (Modificada de Páez Beltrán, 2008).

Unidad de tobas andesíticas

Consiste principalmente de tobas de carácter intermedio con algunos niveles de andesita y tobas dacíticas (Páez Beltrán, 2008). Las tobas presentan principalmente fragmentos líticos y cristales finos, en cantidades variables, incluidos en una matriz fina. En color fresco varían de verde medio a claro intemperizando, además de esos matices, en coloraciones café y grisáceas claras a oscuras (fotos IV.1 y IV.2). Llegan a presentar una burda estratificación discontinua de mediana a gruesa, aunque en algunos sitios no es discernible mientras que en otros está mejor desarrollada.



Foto IV.1 Detalle de rocas andesíticas de la Unidad de Tobas Andesíticas (UTM 12N, X=706,197 E, Y= 3,177,219 N)



Foto IV.2 Tobas de la unidad de tobas andesíticas. Note la burda estratificación. (UTM 12N, X=706,173 E, Y= 3,177,439 N)

El carácter de su litología hace que, en los sitios en que está unidad se presenta sana, sea menos resistente a la erosión, motivo por lo cual forma relativamente pequeñas elevaciones de pendiente más moderada que la de otras unidades (foto IV.3), aunque localmente puede ser elevada. Además, se cubre fácilmente por pasto y otra vegetación. En algunos sitios la alteración postgenética le ha impartido una alta resistencia y llega a tener una expresión topográfica alta y abrupta. La mineralización se aloja en la parte superior de esta unidad y en la inferior del paquete litoestratigráfico suprayacente. El espesor de esta unidad no se encuentra claramente definido, pues su límite inferior no está expuesto, además de haber sido afectada por fallamiento, aflorando en el área de estudio solamente algo más de 100 m (Páez Beltrán, 2008).



Foto IV.3 Terreno infrayacido por la Unidad de Tobas Andesíticas. Note la pendiente y la vegetación que soporta. (UTM 12N, X=706,573 E, Y= 3,179,181 N)

De acuerdo a Páez Beltrán (*comm pers*) en este paquete se ha determinado una edad cronométrica de 37 m.a. lo que ubica a la unidad en el Eoceno superior.

Unidad de tobas dacíticas

Es un paquete que sobreyace a la unidad de tobas andesíticas compuesto por rocas volcanoclásticas y volcánicas de carácter más félsico (foto IV.4) que ocurre discordantemente por encima de la unidad andesítica.

En su parte inferior, se presenta una unidad compuesta principalmente de tobas de carácter dacítico que son las que principalmente albergan la mineralización y forman altos topográficos donde se encuentran fuertemente alteradas.



Foto IV.4 Tobas de la Unidad de Tobas Dacíticas. (UTM 12N, X=707,112 E, Y= 3,178,826 N)

De acuerdo a Páez Beltrán (2008) estas tobas son comúnmente de líticas a cristalinas, presentando de 5 a 7% de cristales muy finos de cuarzo seguidas por tobas de cristales y fragmentos líticos con un contenido mayor de cristales de cuarzo de entre 5 y 10%.

Llegan a presentar entre el 20 y 40% de feldespato potásico y albita, por lo general alterados, en una matriz microcristalina (Jenkins, 1994; Páez Beltrán, 2008). Además, se reconocen niveles de carácter ignimbrítico así como tobas de composición riodacítica, que por lo común se encuentran fuertemente alteradas (foto IV.5).

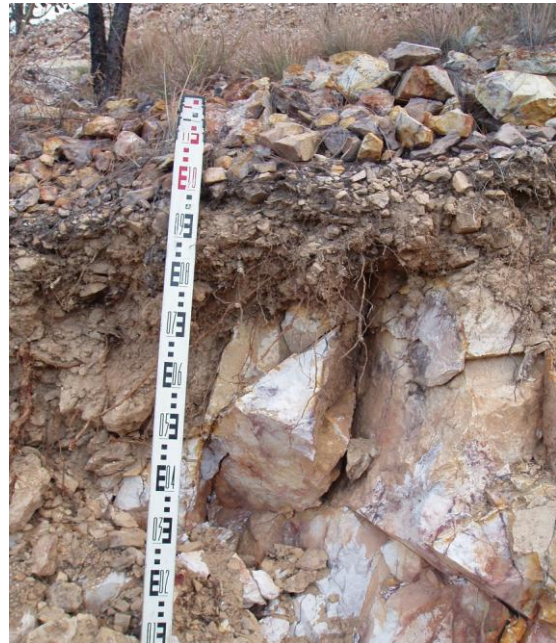


Foto IV.5 Rocas alteradas de la Unidad de Tobas Dacíticas. (UTM 12N, X=706,829 E, Y= 3,176,500 N)

Este paquete es el de interés desde el punto de vista de la mineralización. Es común encontrarlo fuertemente alterado de forma tal que sus características originales, tales como textura, planos de estratificación y estructuras de flujo, han sido completamente oscurecidas, siendo entonces reconocido por relictos mineralógicos y/o por su posición estratigráfica (fotos IV.6 y IV.7). Por otra parte, la alteración hidrotermal, del tipo de argilización y silicificación en la mayor parte (Páez Beltrán, 2008, Gray y Giroux, 2009), le han impartido una alta resistencia a la erosión (foto IV.7), llegando incluso a formar relieves y escarpes muy notorios, como es el caso por ejemplo del Cordón La Viruela.

Además de las litologías antes mencionadas, en esta unidad se reconocen rocas lávicas alteradas identificadas como dacitas o pórfidos dacíticos, las cuales presentan una textura porfídica comúnmente con el 10% de fenocristales de feldespato potásico de 1 mm de longitud, reconociéndose también hornblenda y/o biotita (Jenkins, 1994; Páez, 2008). Páez Beltrán (2008) interpreta estos cuerpos con un emplazamiento tipo domo, reportándolos en La India, La Viruela y al N de La Española, consistiendo del 10 al 30% de fenocristales de feldespato, de hasta 4 mm de largo, y 1 a 4% de ojos de cuarzo, con longitud entre 1 y 2 mm, en una matriz afanítica de color café claro, llegando a presentar estructuras de flujo.



Foto IV.6 Panorámica de afloramiento de la Unidad de Tobas Dacíticas en zona de alta alteración. (UTM 12N, X=707,343 E, Y= 3,175,681 N)



Foto IV.7 Panorámica del cerro El Duraznito donde aflora la Unidad Riolítica. (Tomada desde: UTM 12N, X=707,343 E, Y= 3,175,681 N, viendo al SSE)

En su columna estratigráfica, Páez Beltrán (2008) establece que el espesor de la unidad varía entre los 10 y los 70 m. En los sitios observados la unidad adopta colores claros que varían de tonalidades cafés a gris claro a blancas, por lo que a la distancia se llegan a confundir con unidades riolíticas más jóvenes. Por otro lado, otra característica notoria de la unidad es el alto fracturamiento que presenta en virtud de lo altamente resistente de sus rocas, sobre todo en las zonas de alteración-mineralización, lo que les imprime una fragilidad mayor.

Es sobreyacida discordantemente por una unidad riolítica en la que se ha determinado una edad radiométrica de 34 m.a. (Páez, com. oral), valor muy cercano al límite Eoceno-Oligoceno, lo que hace suponer que las tobas dacíticas son de la parte final del Eoceno o si acaso principios de Oligoceno.

Unidad de Riolita

Esta compuesta principalmente de rocas piroclásticas y volcánicas de composición ácida, presentando paquetes ignimbríticos. De acuerdo a Páez Beltrán (2008) hacia la base de la unidad se encuentran tobas soldadas de composición riodacítica de 1 a 5 m de espesor, lo cual es seguido por tobas riolíticas con algunas intercalaciones de tobas y rocas vulcanoclásticas de composición dacítica. El carácter ignimbrítico de estas rocas se aprecia en la textura eutaxítica que es común tanto en la unidad basal como en algunos otros niveles de este paquete (Páez Beltrán, 2008).

Las tobas de composición riolítica contienen entre 10 y 20% de fragmentos líticos y 10 al 20% de cristales de feldespato, biotita y cuarzo en una matriz muy fina o vítrea de color marrón rosado (Páez Beltrán, 2008). Por otra parte, los fragmentos líticos son de riolitas de color rosado a blanco, llegando a medir hasta 2 cm (Páez, op. cit.).

La expresión topográfica típica de esta unidad es la de partes altas y escarpadas, derivado esto de su alta resistencia a la erosión y el intemperismo (ver foto IV.7). Se reconoce a esta unidad como la típica de la "Serie Volcánica Superior" de la Sierra Madre Occidental.

La unidad cubre discordantemente a las unidades anteriores y es, en turno, sobreyacida también discordantemente por la unidad de andesita basáltica. Según Páez Beltrán (com. oral) en un paquete riolítico dentro de esta unidad se ha determinado una edad radiométrica de 34

m.a., lo cual es muy cercano al límite Eoceno-Oligoceno (ICS, 2005). Además, una datación en la unidad sobreyacente indica el Oligoceno superior. En consecuencia, el rango de la unidad riolítica puede ir del Oligoceno más temprano al superior.

Unidad de Andesita Basáltica

Por su contrastante coloración y expresión topográfica, esta unidad es muy distintiva si bien no se encuentra tan ampliamente distribuida en el área de estudio como las unidades previas. Con esta denominación se hace referencia a una secuencia de lavas, tobas, aglomerados, tobas arenosas y areniscas tobáceas (Páez Beltrán, 2008) (fotos IV.8, IV.9 y IV.10) encontradas estratigráficamente por encima, en forma discordante, de la unidad de riolita y subyaciendo a la unidad de conglomerado.

Las lavas son de composición general de andesita basáltica, con fenocristales finos de plagioclasas y anfíboles en cantidad variable embebidas en una matriz afanítica, variando en color de rojizo a gris y gris verdosos, con ocasionales estructuras de flujo (Páez Beltrán, 2008). Las tonalidades de las rocas no lávicas van del rojizo al amarillento, siendo alternantes en algunos sitios lo que es una característica que las hace claramente distinguibles.



Foto IV.8 Roca volcánica de la Unidad de Andesita Basáltica (UTM 12N, X=706,758 E, Y= 3,175,468 N).



Foto IV.9 Panorámica de la Unidad de Riolita (al fondo) y la Unidad de Andesita Basáltica (enfrente). (Tomada desde: UTM 12N, X=706,726 E, Y= 3,174,605 N, viendo al SSW)

Note el carácter resistente de las rocas de la Unidad Riolítica y los alternantes paquetes rojizos y claros en esta parte de la Unidad de Andesita Basalto.

Las tobas de carácter lítico presentan fragmentos que en tamaño por lo común varían entre 0.5 a 1 cm pero se encuentran mayores; son de color rojizo a gris oscuro. Se presentan también tobas cristalinas con plagioclasa y anfíboles (Páez, 2008). La unidad es menos competente que otras unidades y desarrolla formas terreno redondeado y pendientes no tan abruptas. Se le aprecia en la parte centro y sur del área de estudio en los límites de la parte baja ("valle relativo") mencionada en el apartado de fisiografía-geomorfología, donde bordea a la unidad de conglomerado sobreyacente más resistente. Es notorio que ambas unidades contrastan en la actitud de sus rocas (compare en fotos IV.11 y IV.12).



Foto IV.11 Actitud y coloración típicas de las areniscas y tobas de la Unidad de Andesita Basáltica. (UTM 12N, X=706,726 E, Y= 3,174,605 N).



Foto IV.12 Conglomerado polimíctico de la Unidad de Conglomerado. (UTM 12N, X=706,153 E, Y= 3,173,823 N).

Las rocas planares de la unidad de andesita basáltica presentan, además de rumbos distintos, echados mucho más altos que las del conglomerado que buza suavemente (fotos IV.11 y IV.12). Esta unidad puede pertenecer al Oligoceno Superior toda vez que Páez Beltrán (com. oral) comunica una edad de 27 a 28 m.a. para una roca de la misma. Su espesor es desconocido. Gans (1997) reporta en el área de Santa Rosa (inmediaciones de Yécora), una unidad similar con espesores que van de 500 m a más de un kilómetro.

Unidad de Conglomerado

Corresponde a una potente y competente unidad de sedimentos clásticos continentales, con rocas volcánicas y piroclásticas intercaladas, que sobreyace discordantemente a la unidad de andesita basáltica (fotos IV.13 y IV.14). Está compuesta de paquetes de conglomerado polimíctico, areniscas, tobas riolíticas y basaltos menores, que representan el relleno de cuencas abiertas muy probablemente en el Mioceno.

Es muy distintivo el conglomerado polimíctico por su alta resistencia formando relieves y acantilados (foto IV.13). Su estratificación es masiva a gruesa, estando irregular o poco desarrollada en algunos lugares. Presenta clastos de las litologías de las unidades previas. Es notoria la baja clasificación, esfericidad y redondez de los clastos, mismos que van desde unos centímetros hasta más de 30 cm en tamaño (foto IV.13). Por su parte, guardadas las proporciones, las areniscas presentan estas mismas características, ocurriendo en estratos regulares medianos a gruesos. En general, las rocas de la unidad son de color café oscuro a rojizo.

Como se mencionó, la unidad de conglomerado es altamente resistente a la erosión y desarrolla geoformas abruptas y quebradas (foto IV.14.) Sin embargo, su elevación es mucho menor que las de las unidades antes descritas, pues rellenaron cuencas tectónicas formando el "valle relativo" que separa los otros dominios altos y abruptos que se describen más adelante (ver fisiografía y geomorfología).



Foto IV.13 Areniscas de la Unidad de Conglomerado en el arroyo La Esmeralda. (UTM 12N, X=705,756 E, Y= 3,174,106 N, viendo al NE).



Foto IV.14 Panorámica de "Los Pilares" desde "Las Tierritas". Unidad de Conglomerado. (Tomada desde: UTM 12N, X=706,487 E, Y= 3,173,800 N, viendo al SW).

Los estratos de la unidad buzan suavemente. En una localidad cercana al Rancho Los Alamillos presentan un rumbo de N62°E y un echado de 11°S. El espesor de la unidad se desconoce, pero a juzgar por su actitud y el plano topográfico, puede alcanzar más de 300 m.

La unidad se puede correlacionar con una secuencia descrita por Gans (1997), en las cercanías de Tepoca, consistente de varios cientos de metros de conglomerado polimíctico y arenisca con algunos niveles de basaltos, los cuales resultaron en edades radiométricas de 22.6 ± 0.3 m.a. y 18.0 ± 0.4 m.a, estando sobreyacida por una unidad de 17.45 ± 0.10 m.a. por lo que dicho autor (op. cit.) considera que es completamente del Mioceno Inferior.

Coluvión y aluvión

La unidad más reciente en el área de estudio está formada por coluvión y aluvión del Holoceno. El coluvión es por mucho más abundante en extensión que el aluvión, lo que es de esperar por el clima y lo abrupto del terreno.

Se conforma de una capa delgada e irregular, con pobre clasificación y clastos angulosos (foto IV.15).

Por su parte, el aluvión se restringe a cauces y las pequeñas "planicies" de inundación de las corrientes, sobre todo las mayores como los arroyos San José y Hondo (en su parte baja), aunque las menores presentan muy localmente estos depósitos.



Foto IV.15 Depósito coluvial. (UTM 12N, X=706,469 E, Y= 3,176,113 N)

Cuerpos intrusivos

En el área ocurren pórfidos de composición dacítica y andesítica, que han sido considerados como relacionados a las unidades de composición dacítica y andesítica (Jenkins, 1994; Páez, 2008; Gray y Giroux, 2009). El pórfido dacítico, también referido como dacita porfídica, presenta fenocristales, de feldespato y cuarzo, de grano medio en una matriz fina. Se presentan en forma dómica en La India, La Viruela y al N de la Española (Páez, 2008). De acuerdo a Gray y Giroux (2009) intrusiona a los estratos andesíticos, volcánoclasticos y dacíticos más inferiores. Jenkins (1994) establece que probablemente la mineralización de la zona esté asociada a estos cuerpos porfídicos. Por otra parte, rocas andesíticas porfídicas se presentan en la parte más E del área de estudio.

Características del relieve

Fisiografía regional

El área de estudio se ubica en la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Occidental que alcanza una amplia extensión territorial, pues corre por aproximadamente 10° de latitud (Álvarez, 1958), con una orientación Nornoroeste-Sursureste, desde la frontera con los Estados Unidos, en los estados de Sonora y Chihuahua, hasta el centro del país donde termina limitando con el Eje Neovolcánico. Abarca así, además de los estados antes mencionados, parte de los territorios de Durango, Sinaloa, Zacatecas, Aguascalientes y Jalisco.

De acuerdo al esquema clasificatorio del INEGI, la Sierra Madre Occidental se divide en cuatro subprovincias en el estado de Sonora. La Ampliación minera La India se localiza en la zona suroeste de la Subprovincia de Sierras y Cañadas del Norte, la cual se comparte con el vecino estado de Chihuahua (fig. IV.7).

Del estado de Sonora, se ubican en esta Subprovincia, en su totalidad, los municipios de Sahuaripa (al que pertenece el proyecto minero), Arivechi, Nácori Chico y Bacerac, mientras que parcialmente se alojan los municipios de Agua Prieta, Bavispe, Nacozari de García, Huachinera, Bacadehuachi, Divisaderos, Tepache, San Pedro de la Cueva, Soyopa, Ónavas, Rosario y Yécora.

La principal característica de la Subprovincia de Sierras y Cañadas del Norte es estar conformada predominantemente por sierras altas, de laderas escarpadas, y ocasionales valles intermontanos relativamente angostos. Su origen es principalmente endógeno, tanto volcánico como tectónico, con la incidencia de los procesos de modelado.

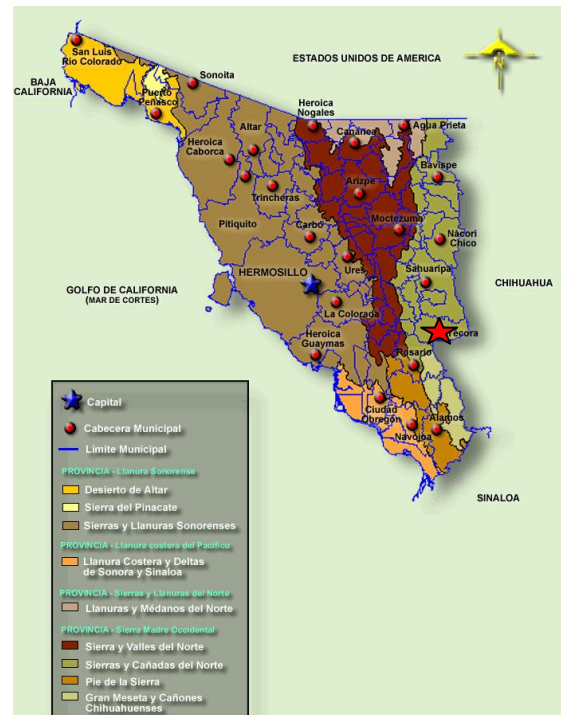


Figura IV.7 Provincias y subprovincias fisiográficas de Sonora.

(Nota: la estrella roja marca la ubicación del Proyecto La India)

Así, los rasgos fisiográficos de la subprovincia se derivan de la erosión y el intemperismo de, principalmente, cuerpos volcánicos del Terciario, así como del tectonismo de alto ángulo, también Terciario, que en algunos casos resultó en la generación de cuencas rellenas de material sedimentario. Al igual que para el resto de la Provincia, son típicas las rocas volcánicas ácidas, riolitas e ignimbritas principalmente, bastante resistentes a la erosión, así como un paquete de rocas volcánicas intermedias.

En la sección Sonorense de la subprovincia, las alturas varían de los 500 a los 2,520 m.s.n.m., siendo común que en la zona oriental de la misma, las cimas de las montañas se ubiquen por arriba de los 2,000 m.s.n.m., mientras que en el occidente alcanzan alturas por arriba de los 1,000 m.s.n.m. (INEGI, 1993).

Consistente con esta característica, en el área del proyecto las cimas cerriles principales van de los 1,900 a los 2,120 m.s.n.m. En virtud de la alta resistencia a la erosión y a la potencia del paquete volcánico, son comunes en la subprovincia los acantilados, las cañadas, las laderas empinadas y los valles en V.

La mayoría de los ríos principales que nacen en la subprovincia, sobre todo en sus partes E y S, fluyen hacia el N o al NNW. Ejemplo de esto son los ríos Sahuaripa, Bacanora, Mulatos y Bavispe (parte alta) en el estado de Sonora, y los ríos Sírupa y Tutuaca en el estado de Chihuahua. El río Yaqui, el más caudaloso, apenas se interna en el extremo NW de la subprovincia, alimentándose de las aguas de las corrientes anteriores.

Fisiografía en el área de estudio

El área máxima bajo estudio en este trabajo abarca una superficie de 7,167.9 ha (71.68 km²) de la zona cerril localizada entre las comunidades, sin llegar a ellas, de Matarachi en el E (a 2.2 km del borde E del área) y de La Iglesia al NW (a 1.1 km del borde W del área). La población Trigo de Corodepe, la mayor de ellas, se encuentra a 4.6 km casi al S de la esquina SW del proyecto.

El terreno en el área de estudio presenta las características de la Subprovincia Fisiográfica de Sierras y Cañadas del Norte de la Sierra Madre Occidental, así que se caracteriza por lo quebrado y abrupto de la topografía, distinguiéndose diferentes zonas en cuanto al relieve. La elevación mayor la constituye el pico del cerro El Realito que alcanza los 2,120 m.s.n.m, en el NE del área, mientras que la menor elevación es de 1,240 m.s.n.m, en el arroyo San José, en su salida del área de estudio por el borde NW del proyecto, para un relieve neto de 880 m. Otras elevaciones importantes son el cerro El Duraznito (1,980 m.s.n.m) en la esquina SE del área, el pico sin nombre junto al puerto El Borrego (1,960 m.s.n.m), en el cuadrante NE, y el cordón La Viruela (1,900 m.s.n.m) en la parte centro-oriental del proyecto. Ver figura IV.8.

Por elevaciones se reconocen tres zonas diferentes en el área de estudio (figura IV.8). La de mayor extensión corresponde a casi la mitad del área, con una delimitación aproximadamente triangular que va desde la esquina SE del cuadrángulo a su borde N casi por la esquina NW del mismo (figura IV.8).

Es la zona con las mayores elevaciones del área de estudio y donde son más frecuentes las características del terreno abrupto como son las altas pendientes, los escarpes, la alta inclinación de los lechos de los arroyos y los valles en V. Como se aprecia en la figura IV.8, en este sector van las elevaciones desde el intervalo 1,450-1550 al intervalo 2050-2150, es decir una variación de aproximadamente 700 m. En esta zona es donde se ubican los picos (elevaciones mayores del área de estudio) antes mencionados.

Entre ambas zonas antes descritas se encuentra una tercera de forma alargada, orientada NW-SE (figura IV.8), que es una zona de elevaciones menores con respecto a las dos anteriores, motivo por el cual se puede considerar como un valle relativo, sobre todo su mitad SE. Aquí, el terreno se mantiene principalmente por debajo de la cota 1,340 y por arriba de la 1,240 que se encuentra, como ya se mencionó en la salida del área del arroyo San José (borde NW del perímetro de estudio). La cima del cerro más alto de esta zona se encuentra a los 1,520 m.s.n.m, por lo que el relieve en la misma es sólo de 280 m.



91

La figura IV.9 muestra las pendientes del terreno en los rangos 0-10° (0-18%), 10-25° (18-47%), 25-35° (47-70%), 35-45° (70-100%) y más de 45° (mayor a 100%). Como se puede apreciar en la misma, son relativamente abundantes las pendientes altas, como es de esperar por el escenario fisiográfico en que se enclava el área de estudio, sobre todo en las zonas 1 y 3 descritas anteriormente. Por otro lado, la figura IV.10 muestra solamente la distribución de sitios con pendientes mayores al 100% (>45°), destacando el hecho de que son menos abundantes en la zona 3, misma que es de alto relieve. En el área de influencia de las obras mineras se encuentran todos los rangos de pendientes pero su distribución no es uniforme.



Esto mismo se aprecia en las zonas de servicio, así como en la parte N del proyecto, es decir en las zonas mineralizadas de La Cieneguita y La Española. En cambio, en virtud de una mayor resistencia al intemperismo de las rocas, en las zonas mineralizadas de La Viruela, La Cruz y Cerro de Oro se encuentran más proporción de sitios con pendientes mayores a 25° (>47%) (Figuras IV.9 y IV.10).

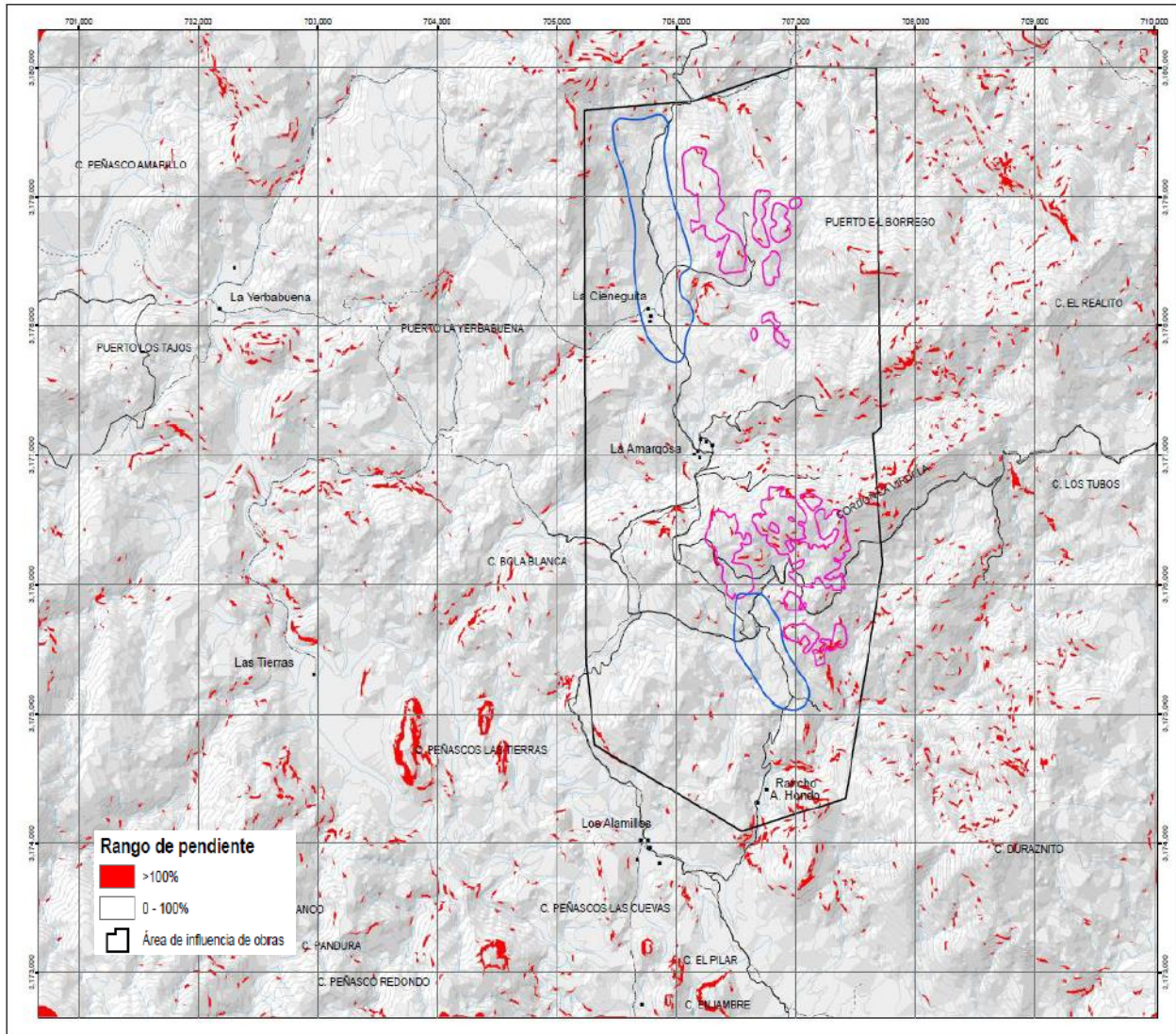


Figura IV.10 Pendientes mayores a 100%.

Características geomorfológicas

El área de estudio presenta rasgos geomorfológicos de distintas escalas. La figura IV.11 muestra el plano geomorfológico. Se reconocen las tres zonas ya antes mencionadas, las cuales se subdividen a su vez en distintas unidades geomorfológicas (en lo sucesivo UG), salvo la zona 3 que toda en sí se considera una sola UG. La tabla IV.10 muestra una síntesis de las características de las UG.

Tabla IV.10 Elevaciones de rasgos del terreno.

<i>Rasgo</i>	<i>Altura relativa</i>
Llanura	0-30 m
Loma o cerro bajo	30-90 m
Loma o cerro alto	90-300 m
Montaña	> 300 m

En virtud de las características geológicas y fisiográficas del área de estudio, las geoformas más frecuentes en el área de estudio corresponden mayormente a ladera de montaña y cerro, sobre todo en las zonas 1 (unidades geomorfológicas 1.1, 1.2 y 1.3) y 3 (UG 3.1) antes mencionadas, donde predominan las montañas.

Tabla IV.11 Síntesis de las unidades geomorfológicas.

Zona	Unidad Geom.	Descripción
1 Montaña, elevaciones de 1,450 a 2,120 m.s.n.m	1.1	Laderas de montaña; picos cónicos; algunos trenes orientados SE-NW en la parte N y NE-SW en la parte S; escarpes comunes; valles en V; elevaciones de 1,550 a 2,120; predominan pendientes mayores a 25° (47%), abundantes pendientes mayores a 45° (100%); drenaje paralelo y radial; rocas piroclásticas y volcánicas; origen endógeno (volcánico-tectónico) modelado.
	1.2	Laderas de cerro y montaña; rasgos lineales casi N-S (cordón Agua Zarca); elevaciones entre 1,450 y 1,850 m.s.n.m.; "escalones" de laderas de cerros con pendiente menor a 10° (18%); abundantes pendientes menores a 25° (47%); en laderas bordeando zonas anteriores con pendientes mayores a 25° (47%) y pocas mayores a 45° (100%); rocas piroclásticas y volcánicas; origen endógeno (volcánico-tectónico) modelado.
	1.3	Lomas y cerros, algunos bajos; geoformas con parte superior redondeada; elevaciones mayormente entre 1,450 y 1,550, llegando hasta 1,700 m.s.n.m.; predominan pendientes menores a 25° (47%), estando las más abundante entre 10° y 25° (18 a 47%); escasas pendientes mayores a 45° (10%); rocas volcánicas, piroclásticas, volcanoclásticas y sedimentarias; origen endógeno modelado.
2 "Parte baja" del área (valle relativo). Elev. entre 1,240 y 1,500	2.1	Lomas y cerros altos, algunos bajos, llanuras pequeñas; cerros con escarpes; geoformas elongadas orientadas casi N-S (ligeramente al NNE-SSW), con arreglo en echelon; pendientes menores a 10° (18%) son las más abundantes, seguidas por las del intervalo 10°-25° (18 a 47%); comunes pendientes mayores a 45° (100%) en partes altas (escarpes) de cerros; elevaciones entre 1,320 y 1,450, llegando a 1,500 m.s.n.m.; Unidad de Conglomerado; origen exógeno modelado con influencia tectónica.
	2.2	Laderas de cerro alto; escarpes comunes en mitad S; comunes todos los rangos de pendientes; elevaciones mayormente entre 1,260 y 1,450 m.s.n.m.; llegando hasta 1,500 m.s.n.m.; rocas piroclásticas y volcánicas; origen endógeno modelado.
	2.3	Planicies pequeñas y lomas bajas; pendiente predominante menor a 10° (18%); elevaciones entre 1,240 y 1,320.
3 Elev. entre 1,340 y 1,980	3.1	Ladera de montaña; valles en V; pendientes más frecuentes entre 25° y 35° (47-70%), seguidas por 10-25° (18-47%), menor cantidad de pendientes mayores que la unidad 1.1; elevaciones entre 1,340 y 1,980 m.s.n.m.; rocas piroclásticas y volcánicas; origen endógeno modelado.



95

Por otro lado, se presentan también, sobre todo en la UG 1.1, cimas de morfología un tanto cónicas, siendo las más importantes, los picos de El Realito, El Duraznito, La Cruz y Los Tubos. Adicionalmente, en las zonas 1 y 3 es común observar valles en forma de "V" cuyos pisos son angostos y están esculpidos en la roca firme, mostrando una pendiente relativamente alta al observarlos en sección. Ejemplos, son los cursos de los arroyos La Cieneguilla y La Amargosa en la zona 1 (parte central del área de influencia del proyecto minero) y el arroyo La Quebrada en la zona 3.

En la parte NW de la zona 1 (U.G. 1.2), se encuentran topoformas que presentan su parte superior amplias y con baja pendiente ($< 10^{\circ}/18\%$), por lo que llegan a asemejar mesas. Sin embargo, no se les otorga tal denominación porque no son rasgos independientes sino que se disponen como "escalones" de cerros mayores. Por otro lado, en el borde Oeste de la zona 1, donde aflora la unidad de andesita basáltica, las formas del terreno son de pendiente más suave y redondeadas.

Las laderas se orientan en todas direcciones en las distintas zonas, aunque no son al azar pues reflejan la formación de estructuras derivadas del origen volcánico de la zona.

Estos rasgos geomorfológicos se han desarrollado por la acción de los procesos de erosión e intemperismo sobre cuerpos de rocas volcánicas, piroclásticas y volcanoclásticas de las unidades de tobas andesíticas, de tobas dacíticas y riolítica principalmente, aunque en la parte baja en el SW de la zona 1 aflora la unidad de andesita basáltica, las cuales se han visto afectados por varios episodios de tectonismo que produjo abundantes rasgos estructurales. En consecuencia, los elementos geomorfológicos descritos son de origen endógeno modelado, derivados de vulcanismos y tectonismo.

La zona 2 presenta características geomorfológicas distintivas. Como ya se mencionó la altura del terreno es la menor de toda el área de estudio. En su mitad SE (UG 3.1) se observan lomas y cerros altos (algunos bajos) alargados que se orientan aproximadamente N-S y que muestran un arreglo *en echelón*, lo cual claramente es de origen tectónico. En estas geoformas no son extraños los escarpes y relieves, por supuesto con pendiente mayor al 100%. Además, se encuentran áreas de pendiente menor a 10° que por su bajo desnivel pueden ser consideradas como llanuras de pequeña extensión. Este último tipo de rasgo se presenta también en la UG 3.3 (extremo NW de la zona 3) donde además ocurren lomas y cerros (algunos rasgos del tipo bajo). En la unidad 3.2, se encuentran cerros con todo los rangos de pendiente.

El drenaje en mucho es desarreglado, pero en algunas secciones presenta rasgos de ciertos arreglos. En la porción NE del área de estudio (UG 1.1) muestra un patrón paralelo, fluyendo las corrientes principales, como el arroyo La Chipriona, hacia el NW. Más al S, en la UG 1.1 es igualmente paralelo pero fluyendo del NE a SW, siendo representativos los arroyos La Cieneguilla y La Amargosa. En esta misma unidad, se presenta drenaje radial en el cerro El Duraznito. En la unidad 3.1, el drenaje tiene algunas características del patrón paralelo, fluyendo del SW al NE.

Otros rasgos de gran escala, lo constituyen dos grandes estructuras burdamente elípticas, con expresión topográfica, claramente discernibles en la imagen de satélite y en el plano de orientación de laderas (figura IV.12) y cuyo origen está ligado a la actividad volcánica terciaria (figura IV.13). La primera y la mayor de ellas, tiene un eje mayor de aprox. 9.4 km orientado NW-SE, y un eje menor perpendicular de 6.8 km. Comprende parte o todo de las unidades geomorfológicas 1.1, 1.2, 1.3, 2.1 y 2.2 (figura IV.13).

La segunda estructura elíptica se orienta NNW-SSE, con un eje mayor aproximado de 6 km y uno menor de poco más o menos 3.7 km., ubicándose dentro y en la parte NE de la estructura elíptica mayor con la cual comparte el límite NE. Así mismo, la estructura menor está contenida dentro de la unidad geomorfológica 1.1, siendo su límite W prácticamente coincidente con el límite de la UG 1.1 con las UG 1.2 y 1.3. Así, el límite W de la estructura elíptica menor marca un contraste muy notorio en las formas del terreno a ambos lados de dicho límite. Además, esta estructura contiene las partes más altas, abruptas y, por tanto, de mayores pendientes del área de estudio.

Presencia de fallas y fracturamientos

En el área de estudio abundan las fallas, fracturas y lineamientos que varían en escala desde centímetros hasta varios kilómetros en longitud. En las imágenes de satélite y fotografía aérea, se reconocieron primordialmente rasgos de alto ángulo que pueden corresponder, a juzgar por las observaciones de campo, a fallas normales y de desplazamiento horizontal, algunas de las cuales son de carácter regional.

Así mismo, en los planos geológicos revisados (Servicio Geológico Mexicano, INEGI y de la compañía disponibles), muestran también elementos estructurales de alto ángulo. Sin embargo, no se puede descartar la presencia de fallas de bajo ángulo pero su detección está más allá del alcance de este trabajo. Por otro lado, también se reconocieron una gran cantidad de lineamientos circulares de distintas escalas.

Las estructuras presentan diversas orientaciones, coincidiendo las regionales y las locales, reconociéndose distintos juegos. El mapa geológico (figura IV.6) presenta algunas de las estructuras mientras que la figura IV.9 muestra lineamientos reconocidos mediante el análisis de la imagen satelital y foto aérea.

En el análisis que sigue se dejan fuera los lineamientos circulares. Se reconocieron 550 lineamientos que se puede apreciar muestran toda la gama posible de dispersión azimutal (figura IV.14). El diagrama de rosa (figura IV.15) permite reconocer que los lineamientos más frecuentes son NW-SE, siendo también predominantes los juegos orientados NE-SW, E-W y N-S. Sin embargo, se identifican juegos intermedios, aunque con menos representantes, sobre todo: NNE-SSW y NNE-SSW.

La gran variedad en orientaciones y su distribución espacial indican que estos rasgos fueron el resultado de distintos eventos tectónicos, y atestiguan a que la región estuvo sometida en diversas ocasiones a esfuerzos que resultaron en el fracturamiento de las rocas.

Sin embargo, las observaciones de campo y lo anteriormente descrito, permiten afirmar que en la zona del proyecto La India la fracturación no es homogénea en su distribución, siendo más abundante donde se combinan los siguientes factores: (1) alta fragilidad de las rocas, lo cual puede ser un rasgo primario o secundario, (2) rocas más antiguas, (3) abundancia de fallas o lineamientos, (4) cercanía a las fallas o lineamientos, y (5) alta pendientes.



Susceptibilidad de la zona a sismicidad, deslizamientos, derrumbes, inundaciones, otros movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica

En el área de Ampliación minera La India no se identificaron rasgos geomorfológicos que pudieran indicar que se encuentra en una zona tectónicamente activa y por lo tanto susceptible al fenómeno de la sismicidad. De hecho, dista cientos de kilómetros de las zonas sísmicas activas más cercanas que son la región del Golfo de California y el NE del estado de Sonora.



Figura IV.16 Ubicación del proyecto La India en las zonas sísmicas de la República Mexicana del Servicio Sismológico Nacional.

La estrella marca la ubicación de Ampliación minera La India. En la zona A no existen registros históricos, no se han registrado 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. En la zona D se han reportado grandes sismos históricos, la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad. Las zonas B y C son intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.

El Servicio Sismológico Nacional, con el fin de contribuir al diseño antisísmico, clasifica al país en cuatro zonas con base en su sismicidad. La Ampliación minera La India se localiza en la zona B de este esquema (figura IV.16), la cual se caracteriza por una frecuencia muy baja de sismos, y en caso de que se presenten, se esperaría una aceleración del suelo menor al 10% del valor de la gravedad.

Igualmente, no existe evidencia de vulcanismo activo. Así mismo, el riesgo por inundación es descartado toda vez que las instalaciones del proyecto se desplantarán en partes altas y sin corrientes pluviales de consideración.

Los principales riesgos geológicos que pueden presentarse en el área son los relacionados con los movimientos de masa asociados a la fuerza de gravedad y a las condiciones hidroclimáticas de la región. Las altas pendientes, presencia de fallas y fracturamiento, y un régimen de lluvia relativamente alto para el estado de Sonora, son factores que facilitan los deslizamientos (translacionales o rotacionales de bloques de roca), desprendimientos, derrumbes, caídas de rocas y la reptación sobre todo del manto coluvial.

Es importante mencionar que en el análisis de la fotografía aérea y la imagen satelital, así como durante el trabajo de campo, no se identificaron sitios donde se haya presentado el deslizamiento de bloques rocosos, sin que esto signifique que se pueda descartar esta posibilidad. Por otro lado, en zonas de muy altas pendientes, como por ejemplo en la zona de La India, se observaron flujos de rocas, desprendimiento y caídas de rocas, aunque su extensión es relativamente limitada y alejada de toda actividad antropogénica. En todas las obras de ingeniería que se desarrollen se deberá tomar en consideración lo precedente así como el tener cuidado al modificar el soporte de las masas de material geológico (roca, coluvión, suelo).

Dado que el suelo en general es muy irregular, delgado o no existente, tampoco se pudieron identificar deslizamiento de suelos. Sin embargo, se considera factible que se presente el proceso de reptación del manto coluvial en aquellas laderas de pendiente mayor, pero igualmente en tales condiciones no se desplantarán las instalaciones mineras. Debido a que el material geológico del área, se considera mínima la posibilidad de otros movimientos de masa tales como el flujo de lodo y similares.

c) Suelos

Metodología

La caracterización edafológica del área de estudio se realizó con base en la carta de suelos H12-12 llamada Tecoripa, Escala 1:250,000 del INEGI (1985), la cual se complementó con análisis de la fotografía aérea, para la porción donde está disponible, y con la observación de campo en algunos sitios de control. Primeramente se muestrearon siete sitios (14 muestras) con el propósito de una caracterización física in situ, en lugares donde se dieron los muestreos de vegetación, mostrándose los resultados en la tabla IV.12. En gabinete, en estas muestras se determinó la textura por el método hidrométrico del tipo Bouyoucos y se estableció su color con base en la carta de colores de Munsell en estado húmedo no saturado. Además, se efectuó un muestreo de suelo en 16 sitios distintos, con fines clasificatorios, tomando como base la norma oficial mexicana NOM-021-RECNAT-2000 que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, lo cual permitió, entre otras cosas, comprobar la clasificación del INEGI.

Adicionalmente, se analizaron metales contaminantes con base en la norma oficial mexicana NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004 que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio. Dicho muestreo se centró en el área de influencia de las posibles operaciones mineras futuras con el propósito de contar con una línea base previo a las operaciones mineras. Los resultados se presentan en la tabla IV.13.

Tipos de suelos y sus características

El suelo en el área de estudio está grandemente controlado por el clima y la topografía, si bien la litología es un factor importante, por lo que se encuentran acrisoles, luvisoles, regosoles, litosoles, feozems y poco fluvisol. Lo quebrado de la topografía influye para que en forma general se pueda expresar que el suelo está poco desarrollado, lo que se refleja en espesores delgados y lateralmente en una morfología irregular, mucha veces discontinua. Es decir, es común que se presente en forma de "bolsas" o "lentes", que en espesor son relativamente delgados (comúnmente menores a 50 cm), separados por zonas sin suelos o con apenas un incipiente desarrollo del mismo. Esto es bastante común en lugares con las pendientes más pronunciadas. Donde se da este caso, frecuentemente se tienen zonas con material coluvial o litosoles y/o regosoles, que a su vez "separan" a veces a otros tipos de suelos, tales como el acrisol, luvisol o feozem.

En ocasiones, sobre el coluvión se generan regosoles, sobre todo donde hay mayor recubrimiento de la superficie por material vegetativo (hojas, agujas de pino, etc.) (fotos IV.16 y IV.17). De esta forma, es común que existan abundantes fragmentos líticos angulosos en la superficie así como en el suelo mismo (foto IV.16). Lo delgado del suelo hace que la fase física típica sea la lítica, pues es común encontrar el lecho rocoso a profundidades someras (foto IV.16). Los mayores espesores se presentan en las partes topográficamente bajas o donde existen mayores posibilidades de acumulación de la humedad, así como en las cercanías de la vegetación.

En el área de estudio se presentan 6 tipos (especies) predominantes de suelos de acuerdo al esquema de clasificación de la FAO-UNESCO empleado por INEGI. Estos suelos son: regosol éutrico (Re), acrisol húmico (Ah), luvisol vértico (Lv), feozem háplico (Hh), litosol (l) y fluvisol éutrico (Je).



Foto IV.16 Regosol en un manto coluvial delgado sobre roca firme. (UTM 12N, X=706,829 E, Y= 3,176,500 N)

El regosol éutrico es un suelo mineral no evolucionado, próximo a la roca madre, que carece de horizonte B y, si acaso apenas tiene aporte de materia orgánica. En general es de textura media y no está diferenciado. Es propenso a la erosión debido a la baja coherencia del material de la matriz y a las relativamente altas pendientes del área de estudio. La roca madre y el clima son los factores que dominan su morfología. En el área de estudio solamente presentan las características típicas básicas de los regosoles.

El acrisol es un suelo pobre en nutrientes y relativamente rico en arcilla, lo que lo hace un tanto impermeable. La acumulación de arcilla se da en un horizonte árgico y se caracteriza además por un nivel bajo de saturación de bases menor al 50%. Se le designa como húmico pues en la superficie presenta una capa rica en materia orgánica de color oscura y de propiedades ácidas. Este suelo es semejante al luvisol pero es más ácido y menos fértil que éste.

El luvisol por su parte, es un suelo normalmente impermeable con contenido de materia orgánica que además presenta un horizonte B árgico, siendo una característica distintiva el contraste textural entre su parte superficial y el horizonte infrayacente donde se acumula la arcilla. Normalmente presentan un color café a café oscuro en su horizonte superficial mientras que el horizonte árgico es café grisáceo a fuertemente café a rojo y con estructuras en bloque, aunque con mayor cantidad de limo tienden a la desintegración. Este horizonte tiene buena capacidad de intercambio catiónico. La estructura en superficie es granular a grumosa con buena porosidad y buena aereación. Se le considera vértico al presentar grietas cuando está seco.



Foto IV.17 Acrisol húmico (sitio SUE-12). (UTM 12N,
X=707,340, E, Y= 3,175, 694 N)



Foto IV.18 Luvisol vértico (sitio SUE-2) (UTM 12N,
X=705,774 E, Y= 3,178,816 N)

Los suelos de la especie feozem son permeables y de color oscuro. Presentan una capa obscura superficial donde se acumula materia orgánica y que es rica en nutrientes. En su parte superior están saturados de bases. Además, carecen de acumulación de carbonato de calcio. En el área de estudio no presentan otras características más que las básicas por lo que se les califica con categoría háplico que significa "simple".

Los litosoles son suelos delgados, menores a 10 cm de espesor, no evolucionados directamente encima de la roca madre dura. En su carencia de evolución son similares al regosol pero se diferencia por el espesor. A su vez, el fluvisol se desarrolla sobre los depósitos formados por las corrientes por lo que es común que sean permeables y arenosos. Dado que no muestran otras características distintivas se les denomina como éutricos.

Se presentan las siguientes asociaciones, las cuales tienen la distribución mostrada en la figura IV.17:

- (1) regosol éutrico (Re), acrisol húmico (ah), luvisol vértico (Lv);
- (2) feozem háplico (Hh), litosol (l) y regosol éutrico (Re),
- (3) feozem háplico (Hh); y,
- (4) regosol éutrico (Re) y fluvisol éutrico (Je).

(1) Asociación Re+Ah+Lv

En esta asociación la especie dominante es el regosol eútrico seguida por el acrisol húmico y el luvisol vértico con clase textural media y fase física lítica. El lecho rocoso se encuentra comúnmente entre los 10 y los 50 cm de profundidad. Así, en su área de distribución predominan los suelos no evolucionados seguidos por suelos con arcillas pobres en nutrientes y en menor medida los que son ricos en materia orgánica.

Esta asociación es la de mayor distribución en el área de estudio (figura IV.17), encontrándose en su parte central, norte, este y sureste, que corresponden en gran medida con las unidades geomorfológicas 1.1, 1.2, 1.3 y 2.2, donde son abundantes las altas pendientes y lo escarpado y abrupto del terreno, el cual está infrayacido por las unidades de tobas andesíticas, de tobas dacíticas, la unidad riolítica. En general, la fase textural de la asociación es media y la fase física lítica.

(2) Asociación Hh+I+Re

En esta asociación predomina el feozem háplico seguido por el litosol y luego el regosol éutrico, siendo la clase textural media y la fase física lítica. De esta forma, es común que la roca maciza se encuentra entre los 10 y los 50 cm de profundidad donde ocurre el feozem y el regosol, y más somera que los 10 cm donde está presente el litosol.

Su ocurrencia es amplia en el área de estudio pero menor a la de la asociación anterior (figura IV.17) a la cual rodea por las zonas NW, W y SW del área. Las rocas que la subyacen corresponden mayormente a la secuencia riolítica, a la unidad de la andesita basáltica y al conglomerado terciario. Predominan las texturas medias y la fase física común es la lítica.

(3) Asociación Hh

Esta asociación consiste solamente de feozem háplico con clase textural media y fase física lítica por lo que su espesor común es de 20 a 50 cm.

Se presenta en una franja delgada en la parte S del área de estudio (figura IV.17), donde la roca madre pertenece a la Unidad de Conglomerado. La clase textural es media y su fase física es lítica.

(4) Asociación Re+Je

Asociación compuesta de regosol éutrico, como especie dominante, y fluvisol éutrico. Es típica la clase textural media y la fase física lítica. Es la asociación con menor distribución (figura IV.17), pues solamente se encuentra en una pequeña zona, en el NW del área de estudio, infrayacida por rocas volcánicas y material acarreado por el arroyo San José.

Esta zona es la de menor elevación y de pendientes menores como ya se ha mencionado en otras partes de este reporte. Típicamente, la asociación presenta una fase textural media y fase física lítica.

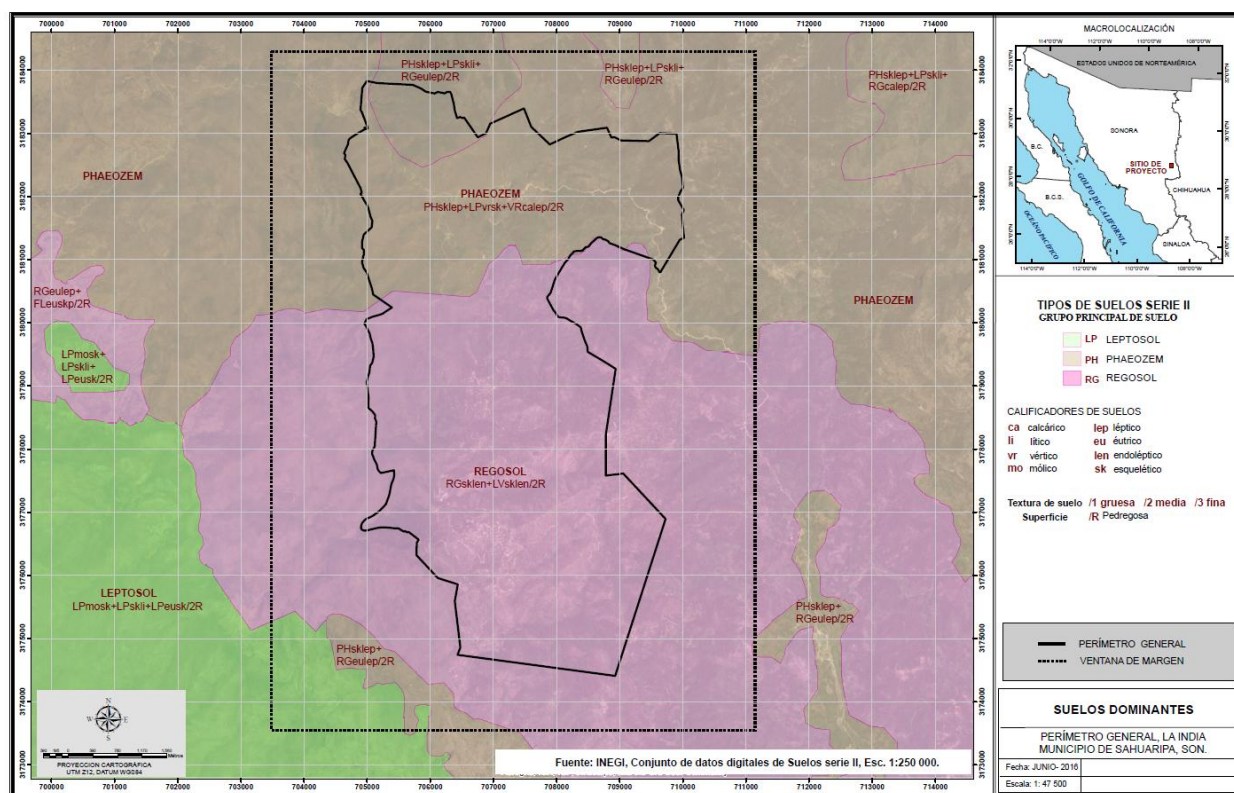


Figura IV.17 Mapa de suelos

Textura y estructura del suelo

El análisis de la textura indica que las clases texturales más frecuentes corresponden a los suelos de los tipos franco arenoso y franco, seguido del franco limoso (tablas IV.12 y IV.13; figuras IV.18 y IV.19), por lo que la fase textural predominante es la gruesa a media.

También se presentaron las clases franco arcillo limoso, arcillo limoso y arcillo arenoso (tablas IV.12 y IV.13; figuras IV.18 y IV.19). Las mayores cantidades de arcilla se encuentran en los horizontes B del suelo.

Tabla IV.12 Características físicas de suelos en sitios selectos (por vegetación).

Sitio	Coordenada		No. de muestras	Granulometría			Clase Textural	Referencia de color	Color
	Este	Norte		Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)			
t1	706,947	3,179,640	2	36.5	30.1	33.4	Franco arcilloso	5 YR 4/3	Café rojizo
t2	707,178	3,179,486	2	40.1	35.6	24.3	Franco	7.5YR 5/6	Café fuerte
t3	706,860	3,179,065	2	54.5	35.1	10.4	Franco arenoso	5 YR 4/3	Café rojizo
t4	705,937	3,177,135	2	49.5	36.9	13.6	Franco	7.5YR 5/3	Café
t5	706,125	3,176,646	2	55.1	30.1	14.8	Franco arenoso	7.5YR 6/3	Café ligero
t6	706,651	3,174,813	2	58	35.5	6.5	Franco arenoso	5 YR 4/3	Café rojizo
t7	706,759	3,174,544	2	50.5	30.6	18.9	Franco	7.5YR 5/3	Café

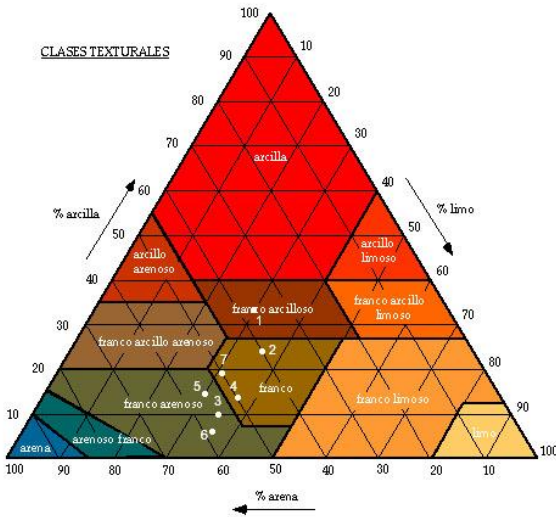


Figura IV.18. Texturas de las muestras de la tabla IV.12.

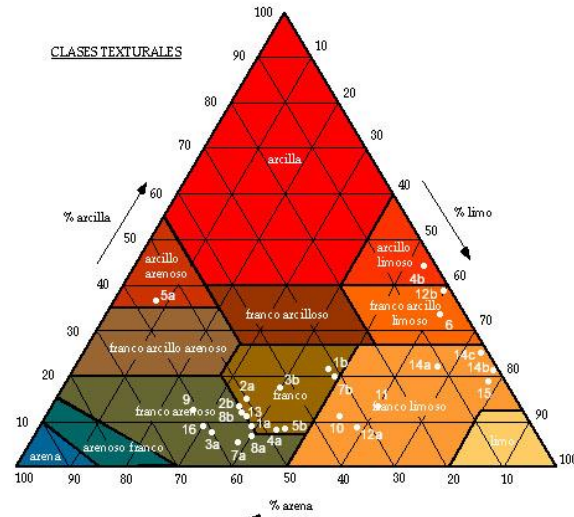


Figura IV.19. Texturas de las muestras de la tabla IV.13.

Color

La coloración del suelo es variable, predominando el café en distintas tonalidades (tabla IV.12), tales como rojizas, claras y oscuras. En general, las capas superficiales son más claras, no siendo raro encontrar tonalidades amarillentas. Esto último especialmente donde el intemperismo ha afectado al suelo.



Foto IV.19 Color café rojizo en el sitio t1 (tabla IV.12)
(UTM 12N, X=706,947 E, Y= 3,179,640 N)



Foto IV.20 Color café fuerte en sitio t2 (tabla IV.12)
(UTM 12N, X=707,178 E, Y= 3,179,486 N)

Características fisicoquímicas del suelo

Con el fin de caracterizar fisicoquímicamente el suelo en el área del proyecto La India, se seleccionaron 16 sitios para muestreo y descripción de los perfiles del suelo. Todos los sitios se ubicaron dentro del proyecto minero y fueron dirigidos a las zonas donde preliminarmente se

proyectan las obras mineras. Los parámetros analizados en las muestras de suelo son los que señala la NOM-021-SEMARNAT-2000, que establece las especificaciones para clasificación de suelos. También se analizaron algunos metales tóxicos en apego a la NOM-147-SEMARNAT-SSA1-2004, que establece los criterios para remediación de suelos contaminados.

Los resultados de la calidad del suelo en los 16 sitios de muestreo se presentan en la tabla IV.13. En algunos sitios el perfil de suelo mostró más de un horizonte, por lo que se analizaron muestras de cada horizonte identificado. Del análisis de los resultados de calidad del suelo, se destacan diversos aspectos en referencia a lo establecido en la NOM-021-RECENAT-2000.

En términos generales, el pH varía entre 4.45 y 6.47 lo que hace que se consideren como suelos moderada a fuertemente ácidos, con contenido de carbonato de calcio bajo y carbonatos solubles por debajo del límite de detección. La conductividad eléctrica muestra valores que indican que los efectos de la salinidad son despreciables en todas las muestras. En cuanto a cationes intercambiables se tiene valores muy bajos de calcio (Ca), contenidos variables de magnesio (Mg) y de medios a altos de potasio (K).

Por otro lado, los valores detectados de materia orgánica en las muestras analizadas fueron en general bajos, mientras que los niveles de los micronutrientes hierro (Fe), cobre (Cu), manganeso (Mn) y zinc (Zn) son en general adecuados, mientras que la capacidad de intercambio catiónico sugiere que no poseen una reserva nutrimental alta. Por su parte, el contenido de fósforo extraíble en las muestras sugiere que en todos los casos se trata de horizontes naturales que no han sido afectados por actividades antrópicas.

En cuanto a posibles contaminantes, se tiene que para los parámetros analizados éstos no constituyen un problema toda vez que los valores de arsénico (As), bario (Ba), cadmio (Cd), cromo (Cr) total, níquel (Ni), mercurio (Hg), plata (Ag), plomo (Pb) y selenio (Se) estuvieron por debajo de los límites de detección y, por lo tanto, dentro de lo que establece la norma NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004 para los casos en ella contemplados. Estos datos son la línea base antecedente a las obras del proyecto minero.

Para entender mejor la variación espacial en la calidad del suelo, se elaboraron mapas de interpolación de valores para los principales parámetros analizados, mediante el uso del software 3D Analyst, una extensión para ArcGis 9.3. Esto permitió obtener mapas de contornos o curvas de valores, ponderados para los parámetros con más variación, de las 16 muestras en el horizonte A y 9 muestras en el horizonte B del suelo.

Con base en lo anterior, se describe más adelante el comportamiento observado para cada uno de los parámetros evaluados, presentándose los mapas de isovalores correspondientes a cada parámetro:

Calcio

En el horizonte A del suelo, es decir en la capa mas superior del perfil de suelo, el rango del contenido de calcio de todas las muestras analizadas fue bajo, de 11.97 a 74.42 mg/kg (0.06 a 0.37 Cmol/kg) teniendo una distribución un tanto uniforme con tendencia a incrementarse hacia el centro del proyecto. Ver figura IV.20 que muestra los valores ponderados de calcio en el suelo dentro del proyecto minero.

En el horizonte B del suelo, el rango de valores de calcio va de 2.83 a 44.05 mg/l (0.014 a 0.22 Cmol/kg), siendo en la zona norte del proyecto donde se presentan los valores más altos con tendencia a disminuir en la zona centro y sur del proyecto.

De acuerdo a la NOM-021-SEMARNAT-2000, los niveles de calcio encontrados en el suelo de La India clasifican al suelo en un rango muy bajo en su contenido de calcio por resultar menores de 2 Cmol/kg. El calcio es uno de los cationes involucrados en los procesos de intercambio catiónico.

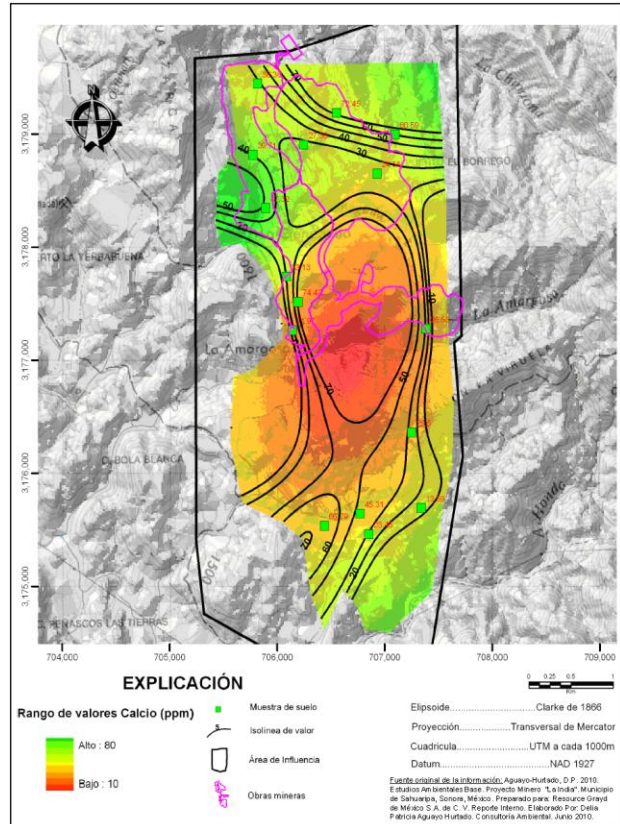


Figura IV.20 Contenidos de calcio en muestras de suelo

Carbonato de calcio

En el horizonte A, al norte del proyecto se encuentra un porcentaje alto de carbonato de calcio. Descendiendo del norte y hacia el sur este se puede presenciar con porcentaje intermedio, haciéndose notar el alto porcentaje en el sureste del proyecto con un porcentaje de 2.2%, siendo en el noroeste donde se encontró el porcentaje más bajo con un valor de 0.5 %. En el proyecto se encuentran mayormente valores que van desde intermedios a bajos y hay muy pocas zonas que pueden contener porcentajes altos de carbonato de calcio. Ver figura IV.21.

En el horizonte B, hay una presencia baja de carbonato de calcio desde el noroeste hasta el sureste. Y porcentajes un poco más altos en el suroeste y una pequeña parte del noreste y noroeste. El rango fluctúa de 0.6 a 1.3 %, en el horizonte inferior del suelo. En este horizonte, de acuerdo a la NOM-021-SEMARNAT-2000, estos niveles de carbonato de calcio clasifican al suelo como de bajo a muy bajo contenido de carbonatos.

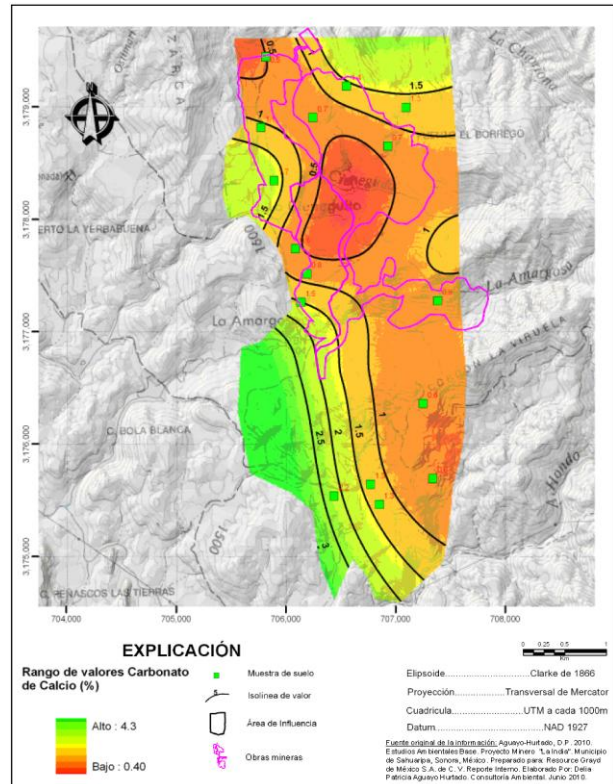


Figura IV.21 Contenidos de carbonato de calcio en muestras de suelo

Conductividad eléctrica (CE)

En el horizonte A en el Norte del proyecto, se puede apreciar el valor más alto de conductividad eléctrica que resultó en 74.2 uS/cm (0.0742 dS/m), al empezar a proceder hacia el Sur se observa que hasta casi el extremo sur se presentan valores intermedios, pero al llegar al Sur, dirigiéndose hacia el Este, se encuentra el nivel más bajo que es de 21.6 uS/cm (0.0216 dS/m), tendiendo un poco hacia el Suroeste nuevamente se encuentra un alto valor de conductividad eléctrica. La figura IV.22 representa la distribución espacial de los valores de CE en el proyecto.

En el horizonte B, el rango detectado fue de 9.26 a 70 uS/cm (0.07 uS/m). En la parte norte y una pequeña parte hay valores un poco más altos de conductividad eléctrica, en el Noreste, Sureste y pequeñas partes de la orilla del proyecto refiriéndonos al Oeste hay niveles bajos y finalmente en el centro hay niveles intermedios de conductividad eléctrica. Estos valores de conductividad eléctrica reflejan efectos despreciables de salinidad en el suelo, que aunados con los bajos valores en la relación de absorción de sodio, se confirma que el suelo se considera no salino.

Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

En el horizonte A, los valores encontrados de CIC fueron en su mayoría menores a 15 mEq/100 gr (Cmol/kg), lo que lo clasifica de acuerdo a la norma como un suelo de baja capacidad para intercambiar cationes. Es hacia el Noreste del proyecto donde se registró un valor más alto de intercambio catiónico, de 20 mEq/100 gr y yendo hacia el Sur, por el Este, también se presenta un valor un tanto más alto. Desde el Noroeste hacia el Sureste se puede presentar un rango intermedio de intercambio catiónico. Ver figura IV.23.

En el horizonte B, en el Norte y Sureste se presentan bajos valores de CIC, en el centro hay niveles intermedios, mientras que en el Suroeste hay niveles un poco más altos de capacidad de intercambio catiónico. El rango de valores en este horizonte fluctuó de 0.6 a 13.81 mEq/100 gr. De acuerdo a la NOM-021-SEMARNAT-2000, la CIC permite inferir acerca del tipo de arcilla presente, la magnitud nutrimental y el grado de intemperismo de los suelos. Por los valores obtenidos de CIC se deduce que los minerales arcillosos presentes en el suelo pueden ser del tipo caolinitas, con poca reserva nutrimental. Valores bajos de la CIC indican baja capacidad para retener nutrientes o cationes positivos, lo que constituye uno de las propiedad importantes reguladoras del suelo. Se puede considerar que a mayor CIC, un suelo presentará mayor capacidad de autodepuración al retener los contaminantes mediante el intercambio catiónico.

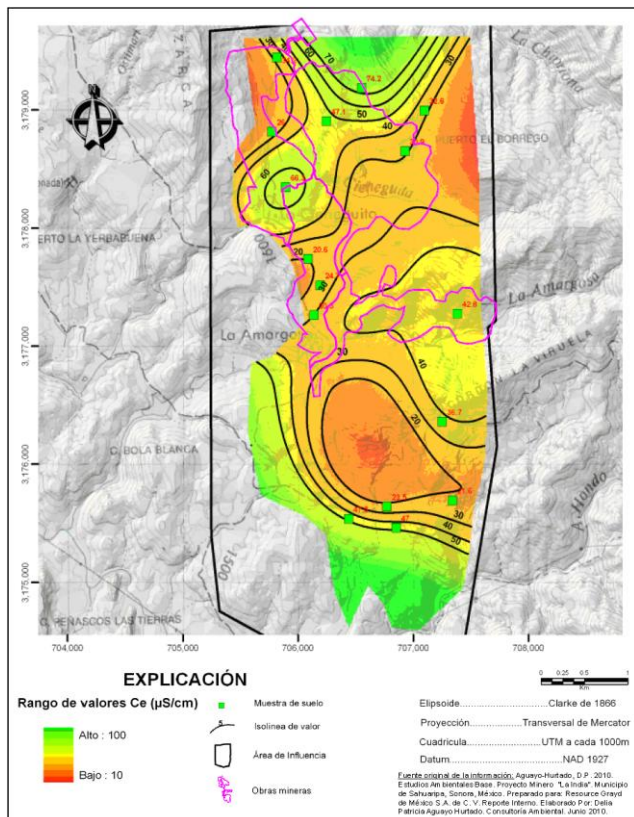


Figura IV.22 Conductividad eléctrica en muestras de suelo

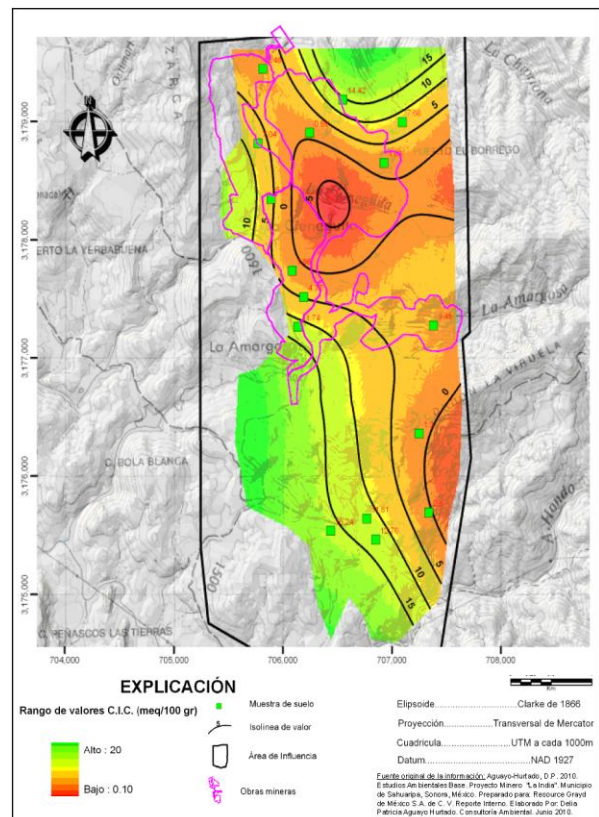


Figura IV.24 Capacidad de intercambio catiónico en muestras de suelo

Manganeso

En el horizonte A, el rango de valores fluctuó entre 0.1 a 65.5 mg/l, mostrándose un bajo contenido de manganeso en la mayor parte del proyecto. Los lugares con rangos altos de manganeso están en el noroeste, una pequeña área del noreste y una pequeña área del sur, mientras que los niveles intermedios de manganeso se presentan desde el norte (la parte centro) cubriendo el centro y el sureste de la imagen. Niveles de manganeso mayores a 1 se consideran adecuados como micronutrientes en el suelo, mientras que no hay regulación desde el punto de vista de toxicidad para este elemento. La figura IV.27 muestra las curvas de isovalores de manganeso en el suelo del proyecto de interés.

En el horizonte B el contenido de manganeso se comporta de forma similar al horizonte A, con bajas concentraciones en la mayor parte del proyecto. El rango de valores encontrados fue de 0.02 a 50.8 mg/l. Se puede diferenciar en las zonas noreste, noroeste y suroeste un alto rango de manganeso, mientras que en el Norte se observa un nivel bajo y en el Sur un nivel intermedio de manganeso.

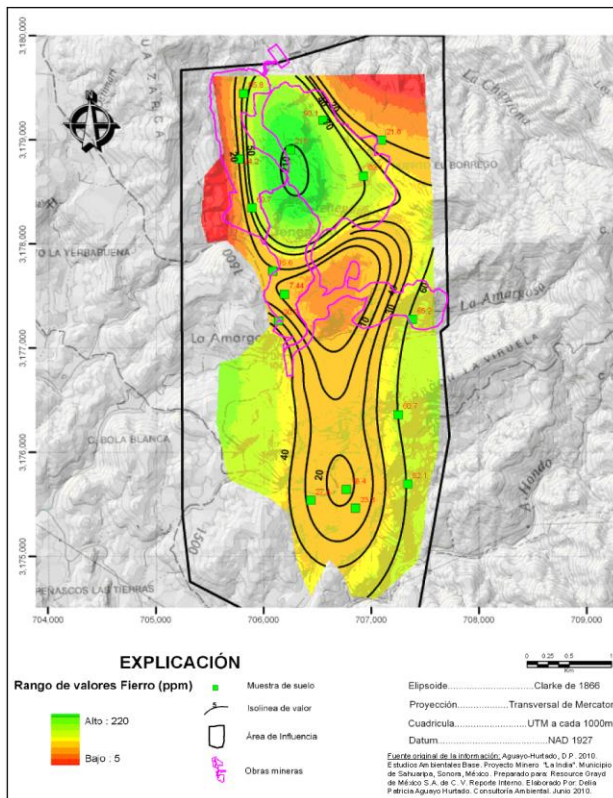


Figura IV.26 Contenidos de hierro en muestras de suelo

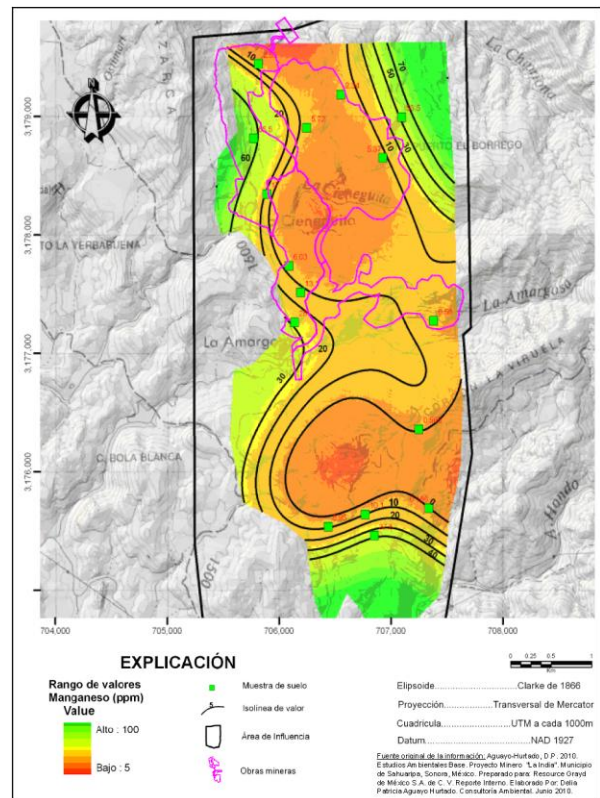


Figura IV.27 Contenido de manganeso en muestras de suelo

Materia orgánica

En el horizonte A los porcentajes de materia orgánica fluctuaron de 0.71 a 5.59%, aunque en la mayor parte de los puntos resultó con porcentajes bajos, encontrándose ligeramente más altos en la zona central y hacia el extremo sur del proyecto del proyecto. Ver figura IV.28.

Los porcentajes de materia orgánica por debajo de 6% corresponden a suelos de baja a muy baja concentración, es decir suelos pobres con pocas propiedades nutricionales. La materia orgánica en el suelo presenta un comportamiento similar a las arcillas en su capacidad de intercambio catiónico, lo que influye tanto en la nutrición de las plantas como en la capacidad de autopurificación de un suelo.

En el horizonte B se encontraron porcentajes que van de 0.19 a 1.25 % de materia orgánica, siendo la zona norte del proyecto la más favorecida en materia orgánica para dicho horizonte.

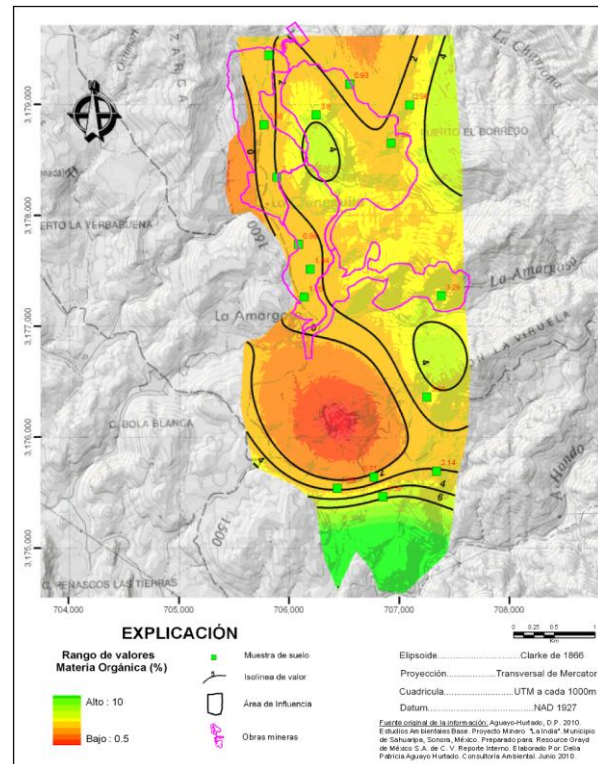


Figura IV.28. Contenido de materia orgánica en muestras de suelo

pH

En el horizonte A se presentan valores de pH que fluctúan de 4.45 a 6.47 unidades, lo que clasifica al suelo como fuertemente a moderadamente ácido. En los suelos ácidos predominan los cationes ácidos como aluminio e hidrógeno, sobre los cationes básicos como calcio, magnesio, sodio y potasio. La figura IV.29 muestra las curvas de isovalores de pH, donde se aprecia que el suelo más ácido está en las partes norte y sur del proyecto minero.

En el horizonte B se presenta un comportamiento similar al horizonte A en cuanto a los valores de pH, que variaron de 4.47 a 5.59 unidades.

Zinc

En el horizonte A se puede observar un nivel alto de zinc en el Noreste, Suroeste y Sur, mientras que en el Noroeste y Sureste hay valores intermedios y en el centro se encuentra un nivel bajo de zinc. El contenido de zinc estuvo en un rango de 0.462 a 7.59 mg/kg dependiendo de la ubicación de la muestra. Figura IV.30.

En el horizonte B, en la parte norte del proyecto hay presencia de niveles altos de zinc, mientras que en el Noroeste, Noreste y Suroeste hay una tendencia a niveles bajos, en el centro hay valores intermedios y en el Sureste una tendencia a valores altos de zinc. Los valores de zinc fluctuaron de 0.113 a 9.77 mg/kg, aunque hubo un valor de 97.9 mg/kg en el horizonte B del punto SUE-5, el cual se considera hubo algún error en el procedimiento ya que no es un dato representativo ni dentro del rango esperado, dado que el mismo punto de muestreo, en el horizonte A del suelo, mostró un valor de 3.47 mg/kg de zinc.

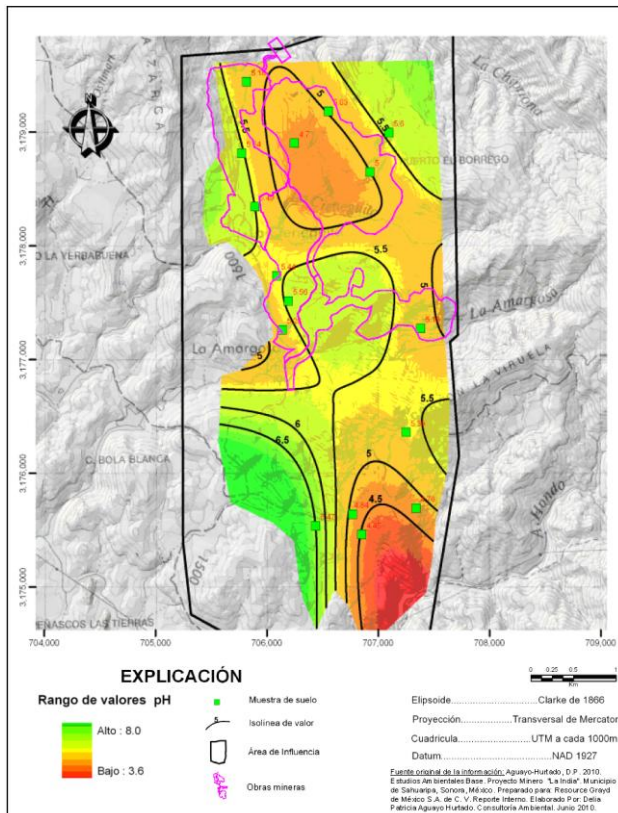


Figura IV.29. Valores de pH en muestras de suelo

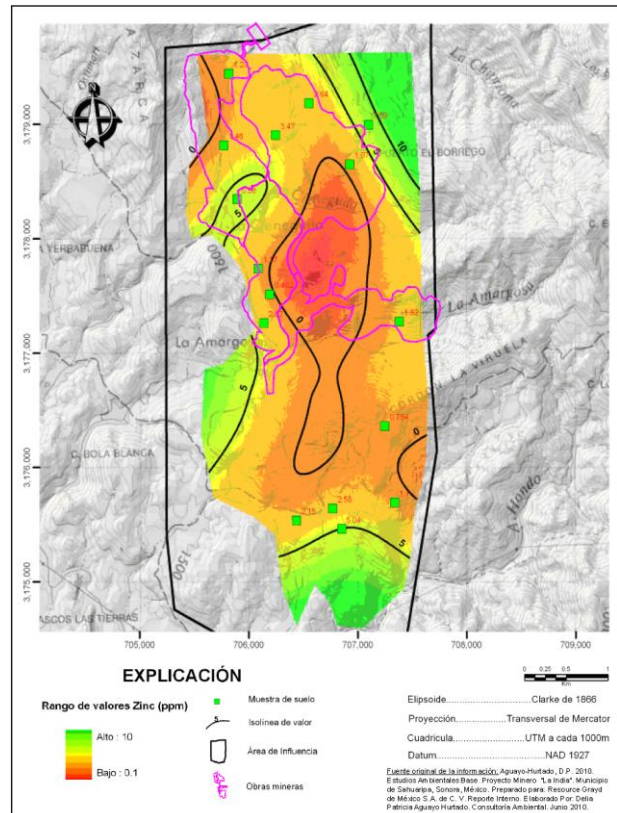


Figura IV.30 Contenido de zinc en muestras de suelos

Grado de erosión del suelo

Martínez y Fernández (1983) determinaron la erosión en el país con base en la relación entre la producción de sedimentos el área de drenaje de las diferentes subregiones hidrológicas. De acuerdo a esto, la Ampliación minera La India se encuentra ubicado en la Subregión 9, en la que la erosión de los suelos se ubica entre 2 y 3 ton/ha/año, la cual se considera como una erosión leve.

Por otro lado, la SEMARNAT (2002) desarrolló un mapa del Estado de Sonora mostrando el grado de degradación de los suelos por efecto de la acción del hombre, en el cual se aprecia que el área de Ampliación minera La India se encuentra en una región clasificada como terrenos estables bajo condiciones naturales.

En el trabajo de reconocimiento de campo no se observaron evidencia de procesos naturales que estén incrementando la intensidad de la erosión natural de los suelos y otros elementos físicos, tales como por ejemplo el levantamiento de la región y la depresión del nivel base de las corrientes. La posible excepción a esto puede ser, sin significar un problema en estos momentos, la futura modificación a la cobertura vegetal por efectos del cambio climático global. En consecuencia, los lugares donde se observó mayor erosión de suelo son aquellos donde la acción del hombre ha modificado las condiciones naturales, como por ejemplo la apertura de caminos, en los que se detectó la formación de cárcavas (foto IV.21). Sin embargo, es importante mencionar que estos caminos tienen en general obras para limitar la erosión hídrica, lo que de cualquier manera deberá intensificarse en el futuro.

Por otro lado, cabe destacar que en el área de estudio no se detectaron aprovechamientos actuales del bosque, que significan el talado de árboles, como existieron en el pasado y que existen en otras partes aledañas de la región. En cuanto al desmonte para fines agrícolas, se tiene la presencia de pocas y pequeñas parcelas para el establecimiento de huertas, pero que han sido abandonadas, por lo que la vegetación natural se está restableciendo.



Foto IV.21 Ejemplos de cárcavas en la Ampliación minera La India.

d) Geohidrología e hidrología superficial y subterránea

IV.4.1 Hidrología superficial

Marco hidrológico regional

La zona de Ampliación minera La India se ubica en la región hidrológica RH09 Sonora Sur, la cual es la más importante del Estado de Sonora, al abarcar las cuencas de los ríos Yaqui, Mayo, Mátape, Sonora y Bacoachi. Cubre el 64.5 % del territorio estatal con sus 117,363 km² ubicados dentro de la entidad, del total de 137,504 km² que abarca tanto en Sonora como en Chihuahua. Además, incluye una porción en los Estados Unidos de Norteamérica (INEGI, 1993).

Específicamente, el área de estudio de este trabajo se localiza geográficamente en la porción central sur de la cuenca del río Yaqui (Cuenca B) (figura IV.31), principalmente dentro de la subcuenca del río Sahuaripa (Subcuenca n). El INEGI (1993) reporta una extensión territorial para la cuenca del río Yaqui de 71,776 km² de los cuales 57,739 se localizan en Sonora. El río Yaqui, principal corriente del Estado de Sonora, se forma al unirse las aguas de los ríos Bavispe y Aros, naciendo este último en Chihuahua como río Papigochi (luego Sirupa). El río Yaqui, a partir de la confluencia recién mencionada, recorre una distancia de 397 km hasta su desembocadura en el Golfo de California, con una pendiente media de 0.11% en la porción ubicada aguas arriba de la presa Álvaro Obregón (Oviachic) (INEGI, 1993). Los principales afluentes del río Yaqui son los ríos Moctezuma y Tecoripa por la margen derecha, y los ríos Sahuaripa, Bacanora y Chico por la otra margen (INEGI, 1993).

El caudal del río Yaqui es embalsado en las presas Plutarco Elías Calles (El Novillo) primero y en la presa Álvaro Obregón (Oviachic) después, siendo sus aguas utilizadas para la generación de energía eléctrica y la producción agrícola, principalmente en el Valle del Yaqui. La primera de ellas tiene una capacidad de 3,020 millones de m³, y la segunda de 2,989.2 millones de m³ (INEGI, 1993). Según el INEGI (1993), la estación hidrométrica El Cubil, 36 km aguas arriba de la presa Plutarco Elías Calles, registra un volumen anual promedio de 3,174.7 millones de m³, mientras que la estación Guadalupe, sobre el río Aros en las inmediaciones del límite Sonora-Chihuahua, registra un volumen anual medio de 1,182.9 m³. La subcuenca del río Sahuaripa cubre una área de 2,873.1 km² que representan el 4% de la superficie de drenado del río Yaqui.

Como se aprecia en la figura IV.31, la porción del área de estudio en el área de drenado del río Sahuaripa se ubica en la parte S de la cuenca del arroyo El Tarachi, misma que con su forma alargada y angosta se orienta NNW-SSE. El arroyo Tarachi se forma con la aportación de los arroyos La Chipriona y Bayoresa que se unen poco antes de la población de ese nombre. Por su parte, el arroyo San José-Tayopa se une al arroyo Tarachi aproximadamente a 3.9 km aguas abajo de la citada comunidad.

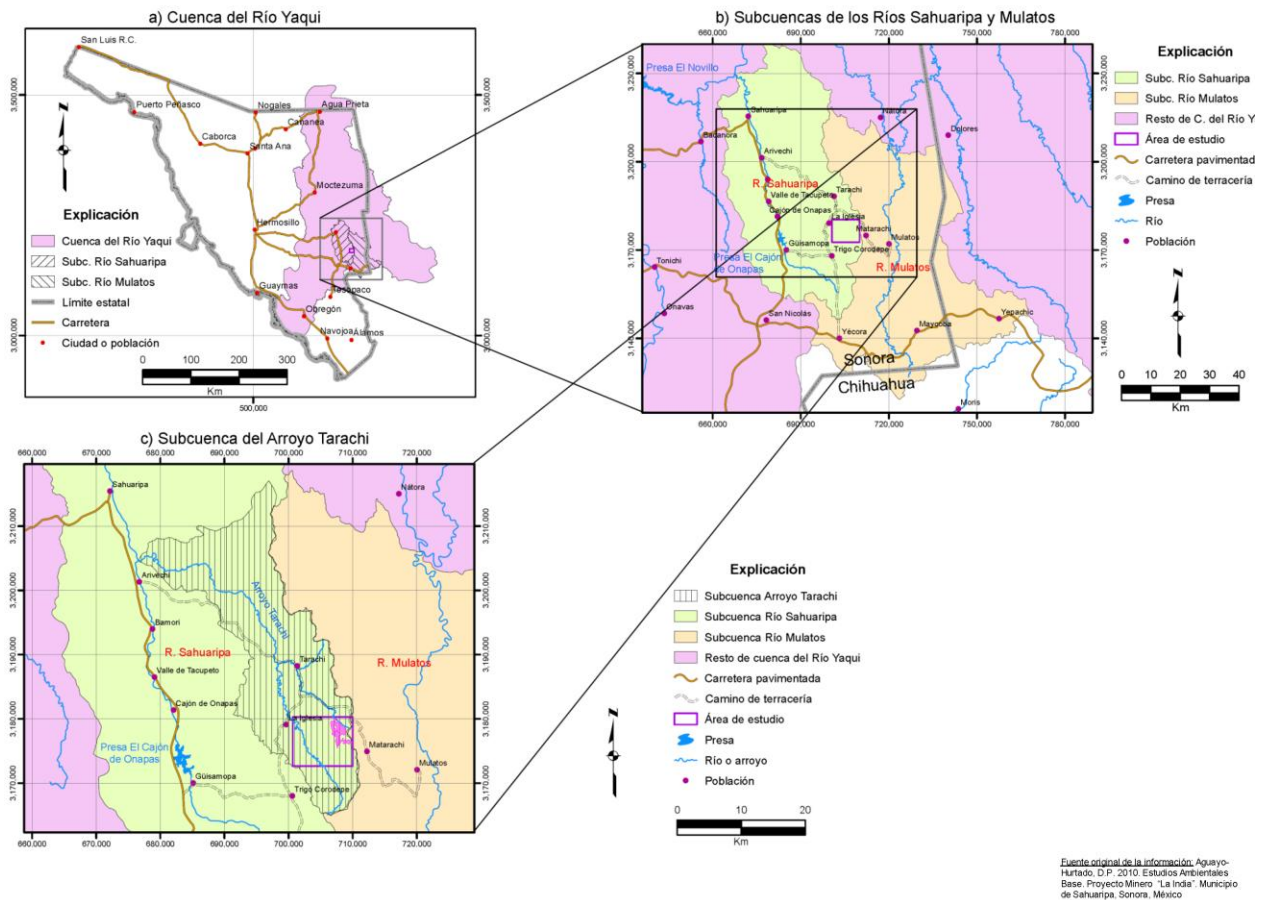


Figura IV.31 Mapa de cuencas y subcuencas hidrológicas.

De los afluentes del arroyo Tarachi arriba mencionados, el área de estudio abarca porciones de las cuencas del San José-Tayopa y de La Chipriona. En lo que sigue del documento, se denomina al conjunto hidrológico arroyo San José-Tayopa como arroyo San José, toda vez que es el nombre con que se conoce en la parte alta de esta corriente.

Además, el área de estudio, en su extremo oriental y NE, alcanza a tocar las cabeceras de las pequeñas cuencas de los arroyos Matarachi y El Arriero que pertenecen a la cuenca del río Mulatos (figura IV.32). El arroyo Matarachi corre del NW al SE para unirse al arroyo Los Troncones en la vecindad de la comunidad de Matarachi, distante apenas 2.2 km en línea recta del borde E del área de estudio, y 6.3 km, en línea recta a ESE, del rancho La Amargosa. Ya unidos ambos arroyos, corren bajo el nombre de arroyo Los Taraises hasta desembocar en el río Mulatos, que fluye de S a N, a más de 10 km aguas abajo de la población de Mulatos. A 2.5 km al N de este punto desemboca, por su parte, el arroyo El Arriero, el cual corre en general del SW al NE (figura IV.32).

Recursos hidrológicos localizados en el área de estudio

El principal cuerpo de agua en el área de Ampliación minera La India lo constituye el arroyo San José, el cual es una corriente perene cuya cabecera se encuentra a una altitud de 1,730 m.s.n.m, en la sierra El Trigo, a aproximadamente 7.3 km al S del área. Como se mencionó, el arroyo San José es afluente a su vez del arroyo Tarachi al cual se une, tras conectarse con el arroyo La Iglesia y cambiar su nombre a arroyo Tayopa, a 16 km al NNW del área de estudio en forma aproximada. No existen estaciones hidrométricas que permitan conocer el caudal de ésta y otras corrientes en la región, por lo que solamente se puede afirmar, en una forma cualitativa, que, por su naturaleza, su caudal es de bajo volumen.

El arroyo San José se interna al área de estudio por su parte sur siguiendo una trayectoria general hacia el NW sin interceptar el proyecto de influencia de las obras mineras. Afluentes del San José, son los arroyos más pequeños conocidos como Amargosa y La Cieneguita, mismos que según se pudo constatar corren también todo el año, drenando las partes altas de la zona Este del área de estudio. Estas corrientes sí pasan por El polígono que componen las obras mineras.

Como se mencionó, el extremo noreste del área de estudio comprende una pequeña porción de la parte alta de la cuenca del arroyo La Chipriona, corriente también perenne que sigue una trayectoria hacia el NW pero fuera del área. El agua de los arroyos en el área de estudio corre libremente siendo aprovechada por el ganado y la fauna silvestre. En las partes bajas del área y sobre todo fuera de ella, en las inmediaciones del arroyo San José, existen pequeñas tierras de labranza que pueden ser regadas con el agua superficial.

En cuanto a embalses de agua, en el área solamente existen pequeños represos para uso de abrevadero del ganado y no representan, por tanto, ninguna repercusión hidrológica.

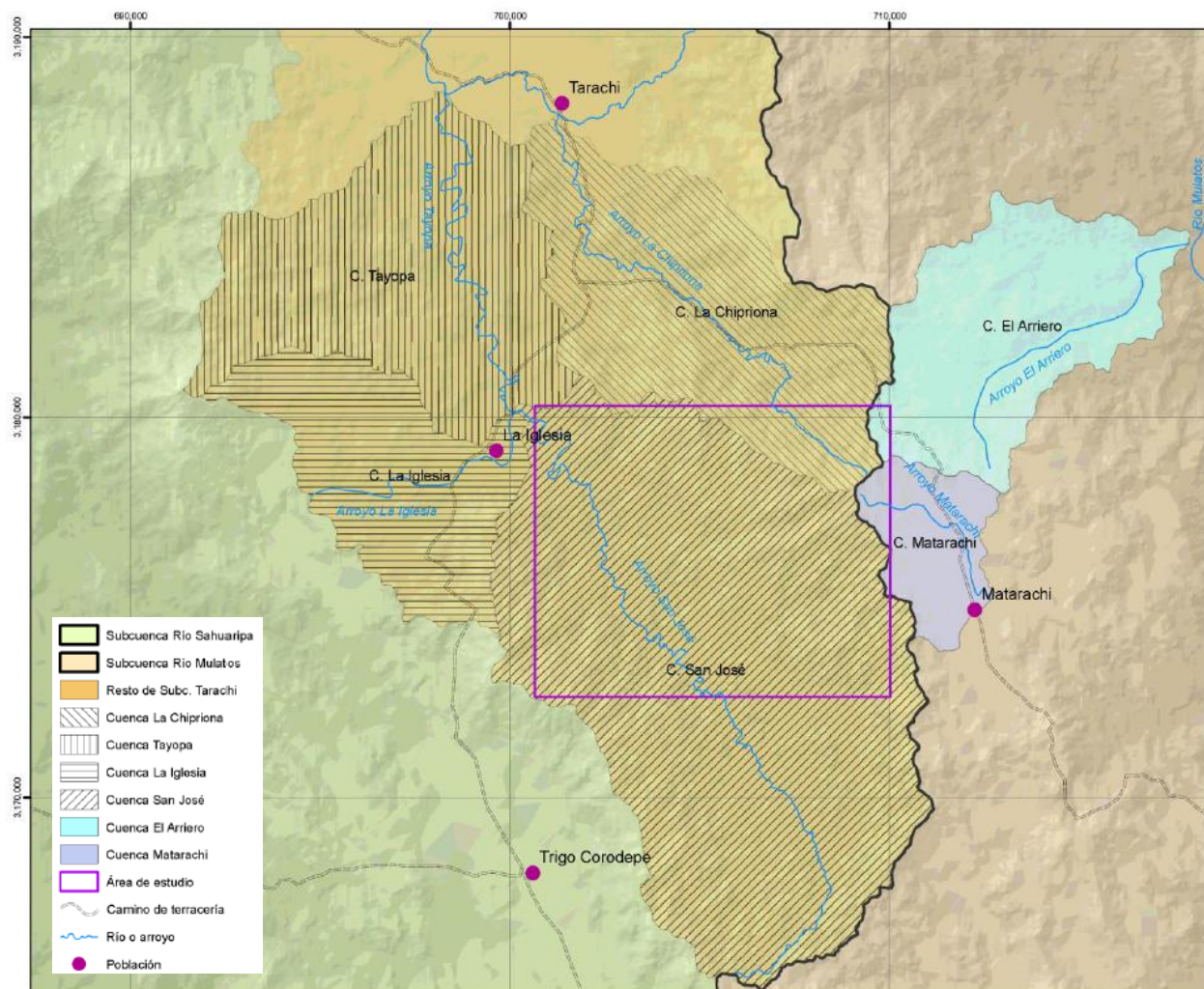


Figura IV.32 Subcuencas locales

La presa más cercana es la denominada El Cajón de Onapa que embalsa las aguas del río Sahuaripa, distando su cortina aproximadamente 18 km en línea recta al W del borde occidental del área de estudio. Sin embargo, dicha presa no presenta ninguna relación con el proyecto toda vez que éste se ubica en una subcuenca, la del arroyo Tarachi, que no aporta agua a la misma, pues drena al río Sahuaripa en las cercanías del poblado de Arivechi, ubicado a 26 km en línea recta aguas abajo de esa presa (figura IV.31). De esta forma, las aguas superficiales del área del proyecto potencialmente fluyen a la presa de El Novillo, vía el arroyo San José-arroyo Tarachi-río Sahuaripa-río Yaqui. Sin embargo, este es un recorrido de más de 120 km (en línea recta siguiendo el rumbo de los ríos), por lo que se consideran extremadamente bajas las probabilidades de que el proyecto pudiera tener un efecto sobre tal cuerpo de agua.

La Ampliación minera La India se ubica sobre tres submicrocuencas (figura IV.33). De Norte a Sur, éstas son la de los arroyos La Chipriona, La Cieneguita y La Amargosa cuya extensión territorial se presenta en la tabla IV.14. Como ya se mencionó, aportan sus aguas al arroyo San José y la primera de ellas directamente al arroyo Tarachi.

MACROLOCALIZACIÓN

ESTADOS UNIDOS DE NOROCCIDENTE

SONORA

B.C.

B.C.S.

COAHUILA

SINALOA

BITO DE PROYECTO

HIDROLOGIA SUPERFICIAL

RH09 REGIÓN HIDROLÓGICA SONORA SUR

B CUENCA RIO YAQUI

n SUBCUENCAS

q R. Sahuaripa

R. Mulatos

Coficiente de escorrimento de 10-20%

Corriente de agua intermitente

Corriente de agua perenne

PERÍMETRO GENERAL

VENTANA DE MARGEN

HIDROLOGIA SUPERFICIAL

PERÍMETRO GENERAL, LA INDIA MUNICIPIO DE SAHUARIPA, SON.

Fecha: JUNIO-2016

Escala: 1:47 500

Fuente: INEGI, Conjunto de datos digitales de Hidrología Superficial serie I, Esc. 1:250 000.

120

Calidad del agua y sedimentos

El agua y los sedimentos de los arroyos La Cieneguita, La Amargosa, Arroyo Hondo y San José fueron muestreados y analizados para determinar su calidad. Los puntos de muestreo fueron seleccionados aguas arriba y abajo de las posibles obras mineras. Su ubicación se presenta en la figura IV.33 y sus coordenadas. Para efectos de analizar las variaciones estacionales, se realizó un programa de muestreo trimestral que abarcó un período de más de un año, desde octubre del 2008 a diciembre del 2009, haciendo 5 rondas de muestreo en este lapso de tiempo. Las fechas de los muestreos fueron: 28 de octubre del 2008, 10 de marzo del 2009, 30 de junio del 2009, 23 de octubre del 2009 y 2 de diciembre del 2009.

Con base en los estándares establecidos en los *Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89* para agua potable, uso pecuario y protección de la vida acuática en agua dulce, resalta que el aluminio (Al) es alto en todos los sitios de muestreo y en todos los ciclos de muestreo en cuanto a uso para agua potable (0.02 mg/L) y protección de la vida acuática (0.05 mg/L).

Además, muy por encima del valor establecido de Al, para el uso pecuario (5 mg/L) se encuentran todas las muestras del arroyo La Amargosa y todas las del sitio "aguas arriba" del Arroyo Hondo, lo que significa la existencia de una fuente contaminante no afectada por variaciones hidroclimáticas a lo largo del año.

Si bien, como se dijo, los valores de Al en el arroyo San José están por arriba del estándar, son los menores de todos los casos, lo que refleja disminución con la distancia de las fuentes contaminantes ya sea por dilución u otros procesos.

El cadmio (Cd) se encontró en el límite y casi en el límite para agua potable, pero abajo del nivel para uso pecuario, en las muestras aguas abajo del arroyo La Cieneguita tomadas en marzo y junio del 2009. En los demás sitios, sus valores estuvieron dentro de norma. Por otro lado, el límite de detección del berilio (Be) (<0.005 mg/L) fue por encima del valor máximo permitido (0.0007 mg/L) para agua potable pero por debajo del máximo para uso pecuario (0.1 mg/L).

Los valores de boro, cianuro, cobre, arsénico, antimonio, bario y coliformes totales muestran valores por debajo de los máximos permitidos en los Criterios Ecológicos para los usos mencionados.

Las siguientes gráficas muestran la variación con el tiempo y según el punto de muestreo, de algunos de los parámetros de mayor interés.

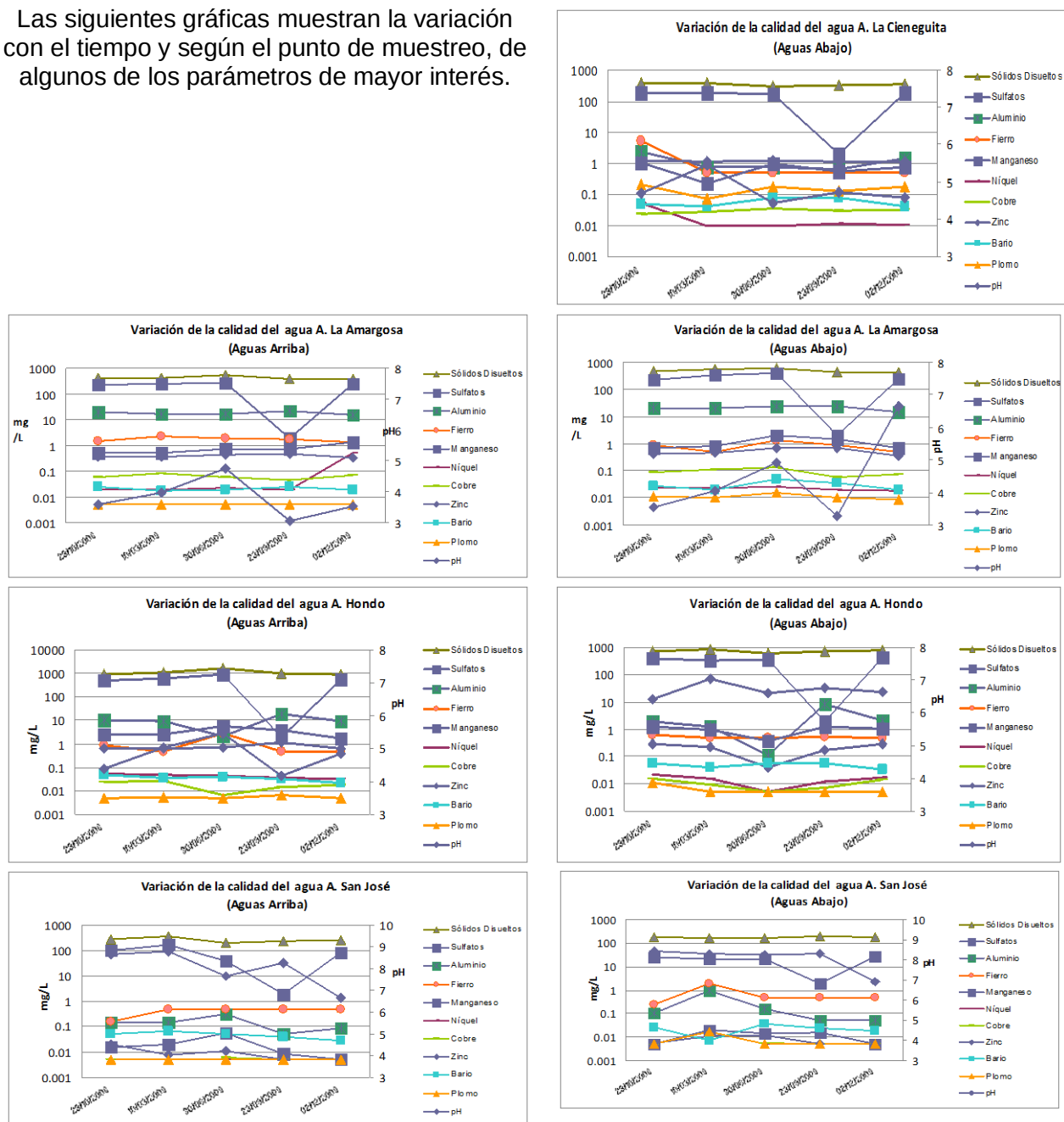


Figura IV.34. Gráficas de parámetros de calidad del agua

La variación de la calidad de sedimentos con el tiempo y según el punto de muestreo se ilustra en las gráficas mostradas más adelante.

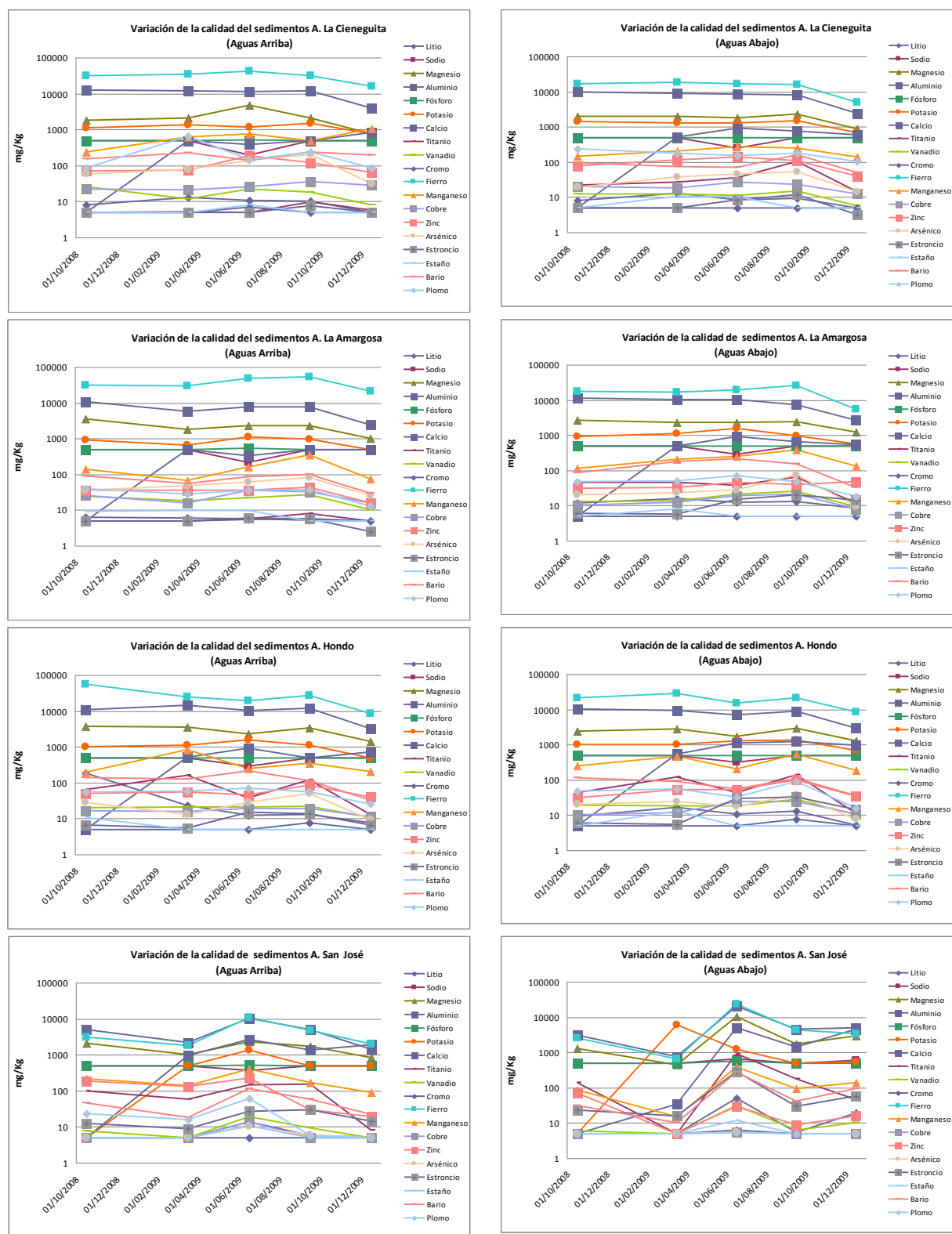


Figura IV.35. Gráficas de parámetros de calidad de sedimentos.

Por otro lado, resalta la acidez del agua en La Cieneguita, La Amargosa y las muestras aguas arriba del Arroyo Hondo, estando los valores más bajos de pH en el arroyo La Amargosa. Condiciones alcalinas se aprecian en el arroyo San José en todas las rondas de muestreo.

Aquí, cabe resaltar que el agua en La Amargosa presenta un fuerte y distintivo sabor amargo ("agarroso") que la hace prácticamente imposible de tomar.

Finalmente, hay que precisar que no se encontraron variaciones estacionales significantes en los distintos parámetros analizados.

En cuanto a la calidad de los sedimentos de arroyo, no se tiene un estándar o referencia en México para definir si la calidad es aceptable o no, sin embargo se aprecian valores muy altos de algunos metales como fierro, aluminio, plomo, zinc y arsénico.

No se percibe un efecto en la calidad de sedimentos por la acción de la erosión de terrenos expuestos en las zonas de exploración minera, es decir, la calidad de los sedimentos es un tanto similar tanto aguas arriba como aguas debajo de estas zonas.

Los resultados obtenidos con este programa de monitoreo de sedimentos trimestral, a lo largo de un año, representan la calidad de referencia o calidad de fondo que prevalece antes de desarrollar la Ampliación minera La India y servirán de base para evaluar potenciales alteraciones en la calidad de sedimentos atribuibles a la actividad minera.

IV.4.2 Hidrología subterránea

La naturaleza de las formaciones geológicas del área de estudio, hacen que el INEGI considere hidrogeológicamente a la zona como subyacida por materiales con posibilidades bajas de servir como contenedoras de agua. A la fecha, no se cuenta con estudios previos de la hidrología subterránea del área del proyecto. Tampoco existen en el área pozos que hagan uso del recurso hídrico subterráneo, mismos que permitieran desarrollar un censo de aprovechamientos.

Ante esto solamente se pudo recurrir a las manifestaciones de agua en los barrenos que la Compañía ha desarrollado con fines exploratorios. Si bien, éstos son relativamente pocos en número y la información que proporcionan es limitada, se utilizaron para hacer las inferencias hidrológicas, que se presentan en este capítulo, circunscritas al polígono de influencia de las obras mineras, ya que fuera de la misma no existen barrenos.

Al momento de este estudio, la empresa promovente contaba con información de 638 barrenos de los cuales 56 mostraban manifestación de agua subterránea, determinándose en ellos el nivel piezométrico, profundidad y grosor de la zona saturada. Esta información es tomada del estudio de línea base para la mina La India, del cual la ampliación resulta colindante

Unidades hidrogeológicas

Estas unidades se han definido considerando las posibilidades de las rocas de contener agua, tomando en cuenta sus características físicas, litológicas y estructurales; además de la influencia en el comportamiento geohidrológico dentro de cada unidad.

La geología en el área de influencia de las obras mineras se compone de rocas volcánicas, las que por naturaleza se consideran impermeables. Esto indica que la permeabilidad se basa principalmente en zonas de fracturamiento y porosidad secundaria. La porosidad por fracturación está determinada por la historia tectónica de la zona y por la litología es decir, el tipo de roca que ha respondido a los esfuerzos tectónicos.

De acuerdo al análisis de los datos de perforación se consideraron tres unidades hidrogeológicas:

- Unidad con posibilidad alta
- Unidad con posibilidad media
- Unidad con posibilidad Baja

El mapa de unidades hidrogeológicas (figura IV.36) se elaboró a partir de la geología proporcionada y detallada por la empresa, donde la unidad con posibilidad alta se localiza en la parte central del área bajo consideración, mientras que las unidades con posibilidad baja (color morado en el mapa) se ubican en la parte sur y noroeste del área.

Unidad con Posibilidad Alta.-

Esta unidad hidrogeológica se constituye por la Unidad de Tobas Andesíticas que aflora en algunos lugares de las partes norte, centro y sur del área de influencia.

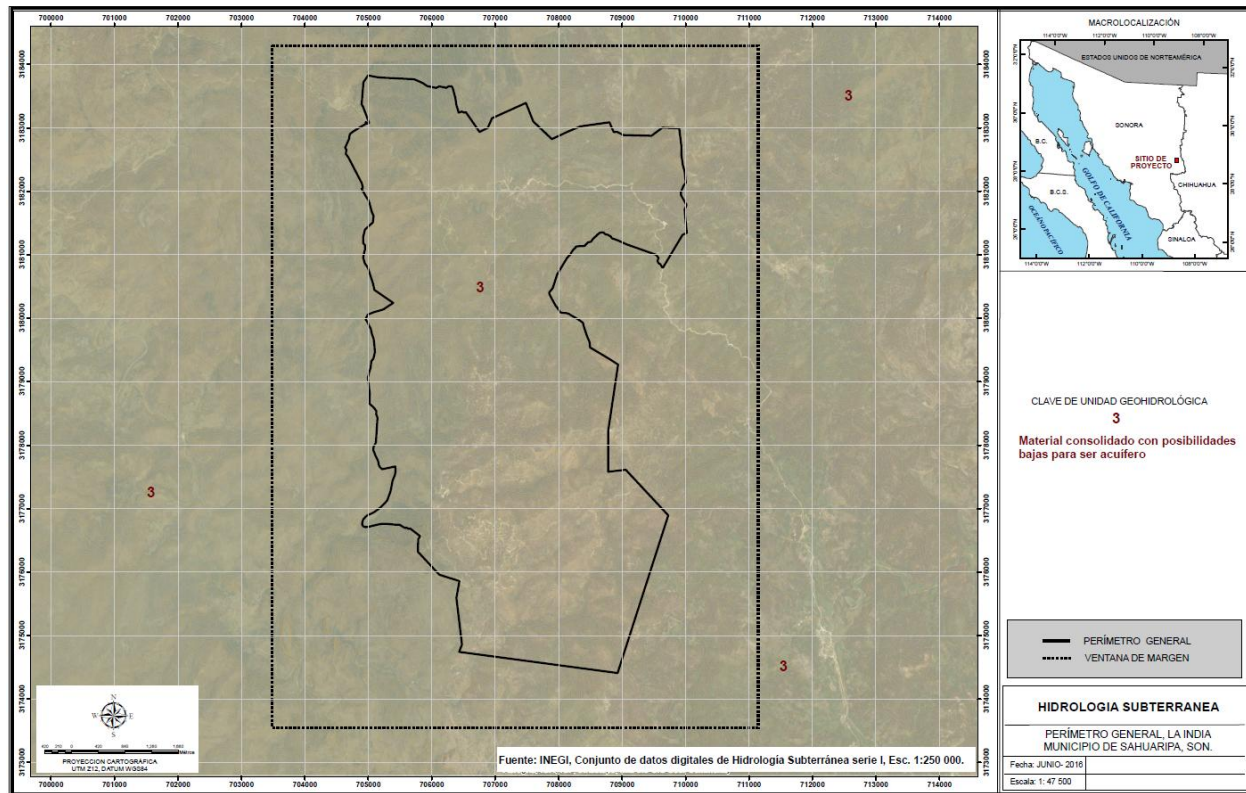
El fracturamiento intenso y el fallamiento determinan la permeabilidad en la roca. Esto da a lugar un alto grado de infiltración que se manifiesta por pequeños manantiales y la localización de agua subterránea en la mayoría de los barrenos con muestra de agua.

Dadas las características morfológicas y estructurales de la zona de interés, las posibilidades de contener agua son de una posibilidad alta. La toba andesítica en las partes altas funcionan como zona de recarga donde el agua se infiltra y descarga en las zonas de laderas o valles.

Unidad con Posibilidad Media.-

Esta unidad hidrogeológica se compone por rocas de la unidad litoestratigráfica de Tobas Dacíticas que sobreyace a la unidad de tobas andesíticas (unidad permeable). En general, esta unidad se encuentra en las partes altas de las geoformas en las porciones norte y centro-sur del área bajo consideración, esta unidad alcanza espesores que varían de 10 a 70 mts.

De acuerdo al análisis de barrenos, sólo cuatro muestras registraron agua subterránea en la Unidad de Tobas Dacíticas, lo cual hace indicar que es una unidad con media permeabilidad en donde la profundidad de agua se localizó a una distancia variable de los 40 a los 80 m aproximadamente.



Unidad con posibilidad baja.-

La unidad con posibilidad baja o nula está compuesta por rocas de la Unidad Riolítica y de la Unidad de Andesitas Basálticas. Estas rocas son naturalmente impermeables.

En las sierras altas donde predominan este tipo de rocas (figura IV.36), se condiciona una zona desfavorable para que se lleve a cabo la infiltración, retención de agua y la conformación de acuíferos, debido a la impermeabilidad y al fracturamiento poco relevante.

Piezometría

Para el análisis piezométrico del agua subterránea no fue posible utilizar datos de niveles de pozos subterráneos, es decir, un censo de aprovechamientos, dado que no existen pozos de agua en la zona. Por tal motivo, se empleó la información de barrenos con manifestación de agua subterránea proporcionada por la empresa.

Como ya se mencionó, en el área de influencia de las obras del proyecto La India se han desarrollado 638 barrenos. De ese total, 56 barrenos verticales interceptaron agua subterránea, permitiendo que se tuviera información sobre el nivel piezométrico, la profundidad y el grosor de la zona saturada.

En general, estos barrenos se encuentran distribuidos en dos zonas: zona norte-centro y zona sur del área de influencia de las obras del proyecto (figura IV.37). En la parte norte se ubican alrededor de 16 barrenos con niveles de agua, mientras que en la parte sur 32 barrenos y en la parte central 6 barrenos, siendo un total de 54 barrenos verticales que se utilizaron para el análisis piezométrico.

Los barrenos se localizan en un rango de alturas que van de los 1,493 a 1,863 m.s.n.m, para un promedio de 1,668 m de altura topográfica general.

Con la información disponible se determinó que la zona saturada presenta un espesor promedio de 42.89 m, dato que es importante para una modelación matemática visual y para predecir el comportamiento del flujo de bombeo a un determinado tiempo para un futuro, así como para calcular parámetros hidráulicos importantes que determinan la disponibilidad de agua subterránea en la zona.

Como ya se ha mencionado, dentro de la zona de estudio se definieron tres submicrocuencas: Arroyo La Amargosa, Arroyo La Cieneguita y Arroyo La Chipriona. Como se aprecia en la figura IV.37, la mayor parte de las manifestaciones de agua subterránea en barrenos se encuentran en las tres primeras microcuencas, estando un sólo barreno en la parte alta de la cuenca del arroyo La Chipriona.

Por otra parte, en el área se identificaron ocho brotes naturales de agua, es decir manantiales, aunque algunos de ellos muy pequeños. Los manantiales se originan por la filtración del agua de lluvia o nieve, penetrando por un área y emergiendo por otra de menor altitud, donde el agua no está confinada en un conducto impermeable. La tabla IV.17 presenta las coordenadas de los manantiales identificados en La India, así como algunos comentarios pertinentes. La ubicación de los manantiales se muestra en la figura IV.37.

Los manantiales, u ojos de aguas, son evidencia del fracturamiento que ha sufrido la roca en el cual el agua de lluvia logra infiltrarse. Estos tipos de aprovechamientos naturales suelen ser de gastos pequeños pero constantes y generalmente de agua de buena calidad por el proceso de filtración natural por el cual pasa el vital líquido.

Profundidad al nivel estático

Dada la distribución de los barrenos con manifestación de agua, la hidrodinámica del acuífero se analiza en dos contextos locales para una mejor claridad de visualización, es decir: zona norte-centro y zona sur. Se analizarán las profundidades de niveles estáticos así como las elevaciones del nivel estático y sus direcciones de flujo.

La profundidad del nivel estático se define como la distancia del terreno topográfico a la zona de saturación, cuando el nivel del agua se encuentra por decir estable. Los valores en general para toda la zona de interés rondan entre los 20 m como valor mínimo y los 160 m como valor máximo (figura IV.38). En la zona central se localizan valores de 40 a 90 m de profundidad al nivel estático.

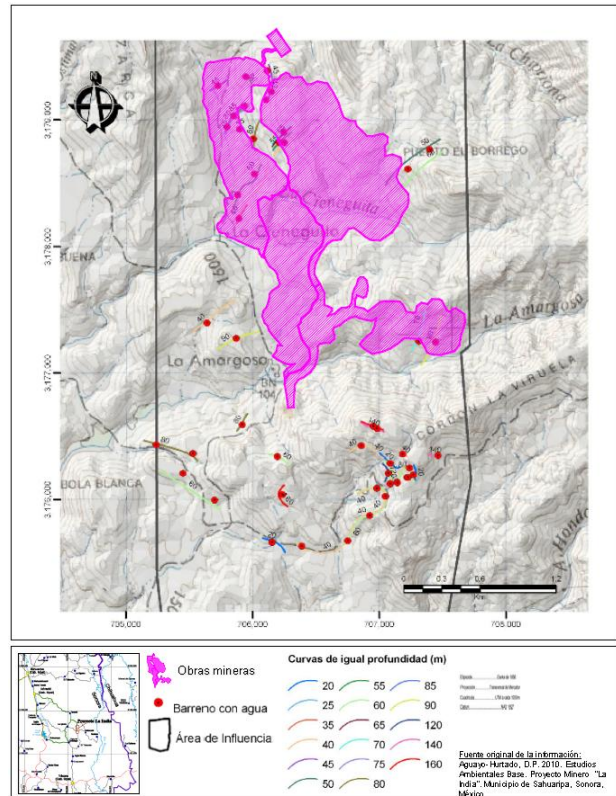


Figura IV.38 Configuración general del nivel estático.

Profundidad del nivel estático en la zona norte-centro.- En la zona norte-centro se alcanzan valores de profundidad del nivel estático de hasta 90 m de profundidad que lo presenta el barreno con clave RC-09-469. En la porción norte se cuenta con datos que van desde los 85 a los 45m de profundidad de nivel estático, los niveles más bajos fluctúan entre los 25 y 45 m de profundidad como lo indica la figura IV.39 con curvas de color azul, los valores intermedios que van desde los 46 a 70 m lo representan las curvas de color verde. Las profundidades máximas se indican con curvas de color rojo con 71 a 90 m de profundidad.

Profundidad del nivel estático en la zona sur.- Los valores de profundidad en la porción sur, se encuentran en el rango que va desde los 160 m como valor máximo y un valor mínimo de 20 m. Los niveles medios a bajos se localizan en las partes de menor elevación topográfica es decir en las partes de laderas. La figura IV.40 representa la profundidad de nivel estático en la zona sur del área de estudio, en la que se puede observar que se muestran barrenos muy distantes entres si, lo cual hace necesario notar que es difícil saber con exactitud la continuidad de los niveles en algunos puntos.

Elevación del nivel estático

La elevación del nivel estático se define como la profundidad del agua subterránea medida en metros con referencia al nivel medio del mar, donde la dirección de flujo es perpendicular a las líneas de isovalores. Las direcciones de flujo se comportan en general de manera natural donde el flujo circula de las partes más altas a las partes bajas respetando el cauce natural. Por otra parte, el gradiente hidráulico, si no es en ningún momento intervenido por alguna falla o estructura geológica, sigue el cauce de los arroyos (Figura IV.41).

Generalmente, en las partes altas se tiene una menor recarga hidráulica que en zonas de menor pendiente. Por otra parte, las direcciones de flujo en algunas porciones de la zona sur del área de influencia no coinciden con el parteaguas superficial, lo que puede indicar la presencia de un parteaguas subterráneo.

Elevación del nivel estático en la zona norte-centro.- La dirección de flujo para la zona norte-centro se comporta con una tendencia natural donde el flujo va de las partes altas a las partes más bajas. Los valores más altos se presentan a los 1,760 m.s.n.m., mientras que los valores más bajos se presentan en las partes de laderas con una elevación de 1,560 m.s.n.m. En los barrenos que se localizan al Norte del rancho la Cieneguita, se observa que los niveles piezométricos tienen una fuerte conexión hidráulica y no se aprecia alguna barrera hidráulica o estructura que intervenga en la dirección de flujo subterráneo. En zonas rocosas, el agua subterránea se infiltra principalmente por zonas de fracturamiento en las partes altas y es muy común que el flujo brote de manera artesiana o en forma de manantiales en las rocas por medio de una falla o fractura. La figura IV.42 muestra la elevación piezométrica en la zona norte-centro del área de influencia.

Elevación del nivel estático en la zona sur.- La zona sur presenta elevaciones del nivel estático que van de los 1,520 a los 1,910 m.s.n.m. (figura IV.43). La tendencia del flujo al Sur del rancho La Amargosa es de las zonas altas a las bajas, es decir del mayor gradiente hidráulico al gradiente menor. Sin embargo, en esa área se puede observar una fuerte conexión hidráulica de los niveles de agua subterránea. Por otra parte, al Este, sobre la sierra Cordón La Viruela, presenta los valores piezométricos más altos representados por líneas de color rojo. En esta porción del área se muestra poca conexión hidráulica, lo cual puede indicar la presencia de alguna falla o estructura que pudiera estar afectando el flujo subterráneo. La figura IV.43 indica la elevación del nivel estático en la parte sur del área de influencia, donde se ubican 32 barrenos con agua subterránea. El agua fue encontrada sobre tobas andesíticas a una profundidad variable de 35 a 160 m.

Tipo de acuífero

Un acuífero es un conjunto de rocas que contienen y pueden proporcionar agua bajo ciertas condiciones. La porosidad es la propiedad de las rocas que hace que puedan contener agua. Para que una roca sea acuífera, además de almacenar agua debe ser capaz de cederla. Esta propiedad se conoce como permeabilidad. Por tanto, permeabilidad y porosidad definen las características hidráulicas de un acuífero.

La recarga de acuíferos se produce de forma natural por infiltración del agua de lluvia que cae sobre montañas, laderas, ríos o los lagos que los atraviesan o limitan, o del excedente de agua de los cultivos asentados sobre ellos.

Actualmente se clasifican tres tipos de acuíferos según la estructura geológica de los materiales que los conforman y las condiciones hidráulicas del agua que contienen. Estos son:

- Acuífero libre
- Acuífero confinado
- Acuífero semiconfinado

Por las características de la geología y el análisis hidrológico en el área de estudio, se puede expresar que el área de influencia se localiza sobre un acuífero en roca semiconfinado (figura IV.44) donde una de las rocas encajonantes no es totalmente impermeable y permite cierta transmisión de agua través de ella.

Los acuíferos en rocas ígneas, como es el caso de este estudio, se alojan en materiales cuya permeabilidad primaria es muy reducida. Sin embargo, este carácter de acuíferos se ve modificado frecuentemente por la presencia de fallas y fracturas que aportan a las rocas una permeabilidad secundaria nada despreciable, y que da lugar a acuíferos heterogéneos de pequeñas reservas y recurso (manantiales, norias), pero que pueden resolver problemas de abastecimiento de pequeños ranchos o pueblos según sea la necesidad.

La figura IV.44 muestra el esquema de un acuífero semiconfinado donde la primera capa en nuestro caso, es representada por la unidad de Tobas Dacíticas. El goteo se lleva a cabo por medio de fracturas o porosidad secundaria, llegando a la roca que transporta el agua es decir a la Unidad de Tobas Andesíticas.

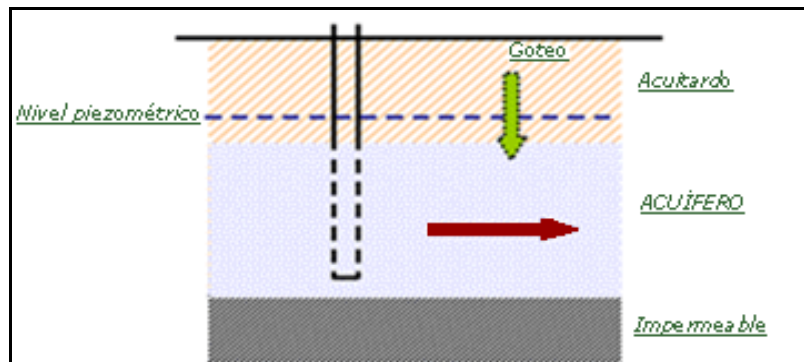


Figura IV.44 Diagrama esquemático de un acuífero semiconfinado.

Calidad del agua subterránea

No se identificaron en la zona pozos de agua, siendo algunos manantiales o brotes naturales de agua los que comúnmente se utilizan para agua potable por parte de los rancheros. Recientemente se tomaron muestras de agua subterránea de dos barrenos exploratorios, uno localizado en el campamento de la Amargosa (barreno RC-10-564) y el otro en el rancho La Cieneguilla (barreno RC-10-565). La localización de estos barrenos se muestra en la figura IV.37.

Los resultados de los análisis químicos de las muestras de agua subterránea se indican en la tabla IV.18 la muestra del barreno RC-10-564 mostró en general una calidad buena si lo comparamos con los valores máximos permisibles para agua potable (NOM-127-SSA1-1994), con excepción de unos pocos parámetros que mostraron valores ligeramente por encima de esta norma, tales como hierro, aluminio, manganeso y plomo.

En cambio la muestra de agua del barreno RC-10.565, resultó con valores muy por encima de la norma para agua potable en varios de los parámetros como: dureza, hierro, mercurio, aluminio, cromo, manganeso, zinc, arsénico, cadmio y plomo. Lo cual se debe manejar con cierta reserva ya es muy probable que la muestra se halla contaminado con residuos de la barrenación.

Tabla IV.18 Calidad del agua subterránea proveniente de barrenos exploratorios

Parámetro	Valor obtenido		Límites permisibles
	Barreno RC-10-564	Barreno RC-10-565	
	13/05/2010		NOM-127-SSA1-1994*
Pruebas fisicoquímicas			
pH	6.89	7.66	6.5 - 8.5
Cianuros	<0.008	<0.008	0.07
Dureza total	157	997	500
Fluoruros	0.99	0.8	1.5
Sulfatos	132	277	400
Metales (absorción atómica)			
Hierro	3.32	577	0.3
Mercurio	<0.00067	0.0018	0.001
Metales (ICP/MS)			
Sodio	12.7	12	200
Aluminio	0.38	130	0.2
Cromo	<0.005	0.53	0.05
Manganeso	0.73	27.4	0.15
Cobre	0.013	1	2
Zinc	0.052	8.52	5
Arsénico	0.0083	2.19	0.05
Cadmio	<0.005	0.032	0.005
Bario	0.062	0.57	0.7
Plomo	0.013	2.5	0.01

*Norma que establece los límites permisibles de calidad y tratamiento a que debe someterse el agua para su potabilización.

IV.2.2 Aspectos bióticos

a) Vegetación terrestre

Metodología

Para la descripción de los tipos de vegetación y la flora presente en el proyecto de Ampliación minera La India se consideró los términos de referencia de la guía para elaborar la manifestación de impacto ambiental para proyectos mineros modalidad particular.

Los tipos de vegetación presentes en el área de estudio fueron identificados con base en la consulta bibliográfica apropiada para la región, principalmente en la clasificación de varios autores entre los que se incluyen: Rzedowski (1966, 1978, 1981,2006), Rzedowski y Reyna-Trujillo (1990), COTECOCA (1974), Brown (1982) y la cartografía disponible de INEGI relativa a la temática, lo que corresponde a la carta "Uso del Suelo y Vegetación, escala 1:250,000 H12-12 Tecoripa" (SPP, 1982).

El estudio de la vegetación terrestre (sobre plantas vasculares) en el área del proyecto se efectuó en las fechas del 1 al 5 de septiembre del 2009, del 5 al 7 de febrero del 2010 y del 23 al 27 de noviembre del 2011, revisándose la totalidad de El polígono mineros y el área de entorno a los mismos, realizándose muestreos directos en algunos puntos de interés, con el propósito de indagar variaciones en los arreglos florísticos presentes. En total, fueron 147 sitios de muestreo (72 en septiembre de 2009, 45 en febrero de 2010 y 30 en noviembre del 2011) de 22 m de radio cada uno, para dar una superficie de 0.15 ha por sitio muestreado. Se procuró distribuir homogéneamente los sitios de muestreo, resultando de la siguiente manera:

Tabla IV.19 Distribución de los sitios de muestreo de flora en la Ampliación minera La India

Área de muestreo	Número de rutas involucrados	No. sitios	Numeración de sitios	Sup. cubierta (ha)
A 1. Extremo N del proyecto minero	3	30	Del 1-30 en sep 2009	4.5
A2. Porción Central-Cieneguita	3	32	Del 31-32 en sep 2009 Del 73-102 en feb 2010	4.8
A3. Porción Central-Amargosa	2	30	Del 33-62 en sep 2009	4.5
A4. Extremo S del proyecto minero	2	25	Del 63-72 en sep 2009 Del 103-117 en feb 2010	3.75
A5. Extremo W del patio de lixiviación	1	10	Del 118 al 127 en noviembre de 2011	1.5
A6. Porción central entre área de servicios y minado La India	2	20	Del 128 al 147 en noviembre de 2011	3
Superficie total muestreada (ha)				22.05

La superficie muestreada cubrió un total de 22.05 ha, que corresponden al 6% de El polígono que componen la Ampliación minera La India. Los puntos de muestreo fueron localizados en campo con un geoposicionador espacial (GPS) marca Garmin, utilizando el Datum NAD27 y zona 12R, y se ubicaron en el plano temático de vegetación que se muestra como figura IV.45. En la tabla IV.20 se muestra la totalidad de los sitios de muestreo.

Para obtener el inventario florístico se basó en las especies que aparecieron en los muestreos sistemáticos, así como aquellas especies que repetidamente se apreciaban en el entorno. Asimismo, el inventario se nutrió a través de recorridos por el proyecto minero durante los dos periodos de muestreo.

La identificación de la mayoría de las especies vegetales se realizó *in situ*. Las especies de difícil identificación fueron corroboradas por guías taxonómicas de autores como Rzedowski (1966, 1978, 1981, 2006); COTECOCA (1974); Brown (1982); Martínez (1987); López–Estudillo y García (1988); Lebgue y Valerio (1991); CONABIO (1998); Castelo y Panero (2005); Valencia Avalos y Franco (2006); Vibrans (2007) y Guzmán y Dávila (2007). De las especies donde se desconocía el nombre común y el uso de las especies, se preguntó a los guías de apoyo en campo y verificados por el catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas (Martínez, 1987).

Tabla IV.20 Sitios de muestreo de flora en la Ampliación minera La India.

El inventario florístico obtenido, fue revisado de acuerdo al Sistema Integrado de Información Taxonómica (SIIT) de la CONABIO, que representa una interfaz mexicana de ITIS (Integrated taxonomic information system-North America) cuyo propósito es establecer un estándar taxonómico mundial de las especies ya verificadas por especialistas. Nuestro país contribuye a este catálogo, con más de 56,000 nombres científicos de especies documentadas, donde la CONABIO continúa elaborando catálogos nomenclaturales que se incorporarán al SIIT lo que significa que la lista no está agotada, por lo que el inventario florístico generado contiene algunos nombres científicos no incorporados al Sistema, pero de referencia bibliográfica nacional.

El arreglo de la información florística presentado incluye el nombre de la familia taxonómica, nombre científico y común para cada una de las especies. Se destaca el arreglo taxonómico de las especies por familia, evidenciando las más representativas en el lugar, asociándolas al tipo de vegetación del área y proporción de parentesco entre las especies. Se incluye el ciclo de vida de cada una de las especies, así como el hábito o condiciones propicias de desarrollo (en las especies que estén documentadas al respecto).

La estratificación vertical se revisó mediante la medición de la altura de las especies para conocer la estructura de su perfil en relación con las diversas formas de crecimiento de las especies. Las formas involucradas se clasificaron en apego a Rzedowsky (1978). Se registró el número de especies por estrato y se distribuyeron en porcentaje respecto del total para conocer las formas de vida presentes y la abundancia de las mismas.

Los datos obtenidos durante los muestreos se utilizaron para establecer los valores relativos de densidad, dominancia y frecuencia, como parámetros poblacionales del proyecto minero; de la suma de éstos se obtiene el valor de importancia de las especies, entendida como la relevancia de una especie sobre las otras presentes en una comunidad florística (Müller-Dumbois & Ellenberg, 1974; Franco, 1991). Adicionalmente, se estimó densidad total (número de plantas por hectárea) y cobertura (se obtuvo el dosel m² por hectárea que cubre cada especie muestreada).

Se identificaron los diferentes usos que se les da a las especies como son: alimento, medicinal, forraje o agostadero, madera, entre otros. Además se comparó el inventario con la Norma Oficial NOM-059-SEMARNAT-2010 (D.O.F., 2010) que determina las especies y subespecies de la flora y fauna silvestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas y raras, así como las sujetas a protección especial, y los apéndices I, II y III de la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de la Fauna y Flora Silvestres), esto con el fin de identificar aquellos especímenes especificados en alguna categoría de protección.

Tipos de Vegetación

De acuerdo con Brown y Lowe (1980) en el estado de Sonora ocurren 11 arreglos florísticos, los cuales no están definidos estrictamente en términos de vegetación y por tanto no deben de ser consideradas como unidades vegetales sino como comunidades bióticas. De acuerdo con esta clasificación, la Ampliación minera La India queda inmerso en Bosque Madreño Siempreverde. Este bosque con veranos húmedos y fríos se distribuye a lo largo de la Sierra Madre de México. En bajas altitudes este bosque es generalmente abierto. Los árboles son encinos perennifolios de 6 a 15 m de altura o Juníperos, pinos piñoneros y encinos de dimensiones desiguales. Las comunidades de Bosque de Encino-Pino ocurren en gradientes de distribución sobre el encinar, pero debajo el Bosque de pino. Este Bosque es considerado frecuentemente como transición a Bosque de Pino, solo en el sentido geográfico y fisonómico porque es florísticamente distinto. Esta comunidad ocurre en bajadas, laderas, barrancas y Sierras de la Sierra Madre Occidental, una gran variedad de encinos componen los bosques de encino y encino-pino. En Sonora en los límites más bajos ocurre *Quercus oblongifolia*, y otros comunes son *Quercus albocincta*, *Quercus emoryi*, *Quercus arizonica*, entre otros. Entre los encinos importantes en altitudes elevadas (1,650- 2,200 m snm) entre el Bosque de Encino-Pino son *Quercus viminea*, *Quercus hypoleucoides*, *Quercus penivenia*, *Quercus epileuca*, *Quercus fulva* y *Quercus rugosa*. Los pinos principales son *Pinus engelmannii*, *Pinus leiophylla*, *Pinus ponderosa*, *Pinus lumholtzii* y *Pinus durangensis*. Los Madroños *Arbutus arizonica* y *Arbutus texana* son componentes arbóreos importantes y característicos del Bosque de Pino-encino. *Tillandsia recurvata* epífita de piñón mexicano y junípero ocurre si la humedad es alta. Numerosas especies de pastos, suculentas y arbustos son componentes no dominantes. En esta comunidad biótica se encuentran por fauna el venado bura (*Odocoileus virginianus*), el chulo o solitario (*Nasua nasua*) y antiguamente fue distribución del oso grizzly (*Ursus arctos horribilis*); además, ocurren numerosas especies de aves como *Trogon elegans*, *Cyrtonyx montezumae*, guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo mexicana*); reptiles como cascabeles de montaña (*Crotalus lepidus*), escincos (*Eumeces callicephalus*), cachorones (*Sceloporus clarki*) y serpientes acuáticas (*Thamnophis eques*). No todas las especies aquí citadas se encuentran en el proyecto, pero el arreglo de comunidad biótica si es paisajísticamente apropiado.

La Ampliación minera La India está ubicado en su totalidad dentro de la Cuenca B llamada del Río Yaqui, de la Región Hidrológica 9, Sonora Sur. La superficie total de la cuenca cubre 71776 km² (7,177,600 ha), de los cuales 57,739 km² (80.4% de la cuenca) pertenecen al estado de Sonora (INEGI, 1993). El proyecto minero apenas ocupa el 0.02% de la superficie estatal. De acuerdo a Rzedowski y Reyna-Trujillo (1990), en la cuenca ocurren cuatro provincias florísticas dominada por la Sierra Madre Occidental con casi el 50% de ocupación de la cuenca, siendo esta provincia a la que pertenece el proyecto minero. Según la CONABIO (1999), en su plano de Uso de suelo y vegetación, ocurren 10 tipos de vegetación, de los cuales cinco presentan valores superiores al 5% de la superficie de la cuenca. El tipo de vegetación de bosque de encino domina con el 39.3% de la extensión de la cuenca, donde el proyecto minero se encuentra en su totalidad. Finalmente, el arreglo en plano de la vegetación potencial según Rzedowski (1990) ocurren cinco tipos, dominado por el bosque de coníferas y encinos (en un 35.5% de la cuenca), igualmente cubriendo la totalidad del proyecto minero. En consecuencia, puede inferirse que los arreglos florísticos dominantes a nivel de cuenca, son las propiedades que prevalecen en la Ampliación minera La India. Ver tabla IV.22.

Tabla IV.22 Desglose de superficies de arreglos florísticos dentro de la Cuenca del Río Yaqui.

Provincia florística	
Nombre	Sup. cuenca ocupada por la provincia (ha)
Sierra Madre Occidental	3409360.00
Altiplanicie	1112528.00
Costa Pacífico	681872.00
Planicie costera del Noroeste	1973840.00

Fuente: Rzedowski y Reyna-Trujillo, 1990

Uso del suelo y vegetación	
Nombre	Sup. cuenca ocupada por la provincia (ha)
Bosque de encino	2820796.80
Bosque de pino	1248902.40
Matorral desértico micrófilo	631628.80
Selva baja caducifolia y subcaducifolia	620862.40
Matorral espinoso	940265.60
Resto (otros tipos de vegetación)	915144.00

Fuente: CONABIO, 1999.

Tipos de vegetación potencial	
Nombre	Sup. cuenca ocupada por la provincia (ha)
Bosque de coníferas y encinos	2540870.40
Matorral xerófilo	437833.60
Bosque espinoso	1148416.00
Bosque tropical caducifolio	1937952.00
Pastizal (natural e inducido)	1112528.00

Fuente: Rzedowski, 1990.

Nota: Los arreglos sombreados, representan la condición que prevalece para la Ampliación minera La India.

De acuerdo a la Comisión Nacional para la determinación de Coeficientes de Agostadero (COTECOCA, 1974) el proyecto se ubica en el tipo vegetativo de Bosque esclero-aciculifolio (identificado con clave Bfj-2) el cual ocurre en lomeríos altos, cerriles y laderas de sierra. La distribución de este arreglo se encuentra en la parte norte y este del Estado de Sonora, incluido el municipio de Sahuaripa y la Ampliación minera La India.

El arreglo florístico se caracteriza por formar una asociación de árboles de talla baja a mediana (4 a 30 m.), de tronco definido, de ramificación abundante, con hojas laminares simples, anchas esclerosas, coriáceas, perennes o caedizas en la época seca. Entre los árboles altos (más de 30 m.) con hojas en forma acicular, perennes y fasciculadas, están representadas por especie del género *Pinus*, como: pino piñonero (*Pinus cembroides*), pino sahuaco (*P. chihuahuana*), pino de la sierra (*P. oocarpa*), pino manco (*Pinus edulis*). De porte arbóreo pero con tallas menores están representadas por el género *Quercus*, como: bellota (*Quercus emoryi*), bellota de cochi (*Quercus oblongifolia*), encino roble (*Quercus chihuahuensis*). Entre las arbustivas se encuentra el saladito (*Rhus spp*) y manzanita (*Arctostaphylos pungens*), asociados con gramíneas de hábito amacollado como: banderilla (*Bouteloua curtipendula*), zacate toro (*Muhlenbergia emersleyi*), y zacate colorado (*Heteropogon contortus*). No todas las especies forman parte del inventario obtenido del proyecto minero, ni están agotadas en esta lista todas las especies citadas por este autor.

De acuerdo a la carta temática Uso del Suelo y Vegetación del INEGI (SPP, 1982) el proyecto minero está en bosque de encino-pino, mezclado con bosque de encino. El plano de tipos de vegetación en el proyecto del proyecto presenta este arreglo (Ver figura IV.45) debido a que es la base verificable en estándares florísticos en uso temático y reconocido por la SEMARNAT para los estudios ambientales. Este tipo de vegetación se caracteriza por presentarse en climas templados y semifríos, con diferentes grados de humedad, propias de las regiones montañosas del país a lo largo de la Sierra Madre Occidental, Oriental y Eje Neovolcánico. La comunidad vegetal está formada por diferentes especies aproximadamente (más de 200 especies) de encinos o robles del género *Quercus*; estos bosques generalmente se encuentran como una transición entre los bosques de coníferas y las selvas, pueden alcanzar desde los 4 hasta los 30 m de altura más o menos abiertos o muy densos; se desarrollan en muy diversas condiciones ecológicas desde casi el nivel del mar hasta los 3 000 m altitud. En general este tipo de comunidad se encuentra muy relacionada con los de pino, formando una serie de mosaicos difíciles de cartografiar dependiendo de la escala que se esté trabajando; con respecto a las características de distribución, tanto de encinos como de pinos, son muy similares. Las especies más comunes de estas comunidades son encino laurelillo (*Quercus laurina*), encino nopis (*Q. magnoliifolia*), encino blanco (*Q. candicans*), roble (*Q. crassifolia*), encino quebracho (*Q. rugosa*), encino tesmilillo (*Q. crassipes*), encino cucharo (*Q. urbanii*), charrasquido (*Q. microphylla*), encino colorado (*Q. castanea*), encino prieto (*Q. laeta*), laurelillo (*Q. mexicana*), *Q. glaucoidea*, *Q. scytophylla* y en zona tropicales *Quercus oleoides*. Algunos de estos elementos florísticos están en la Ampliación minera La India.

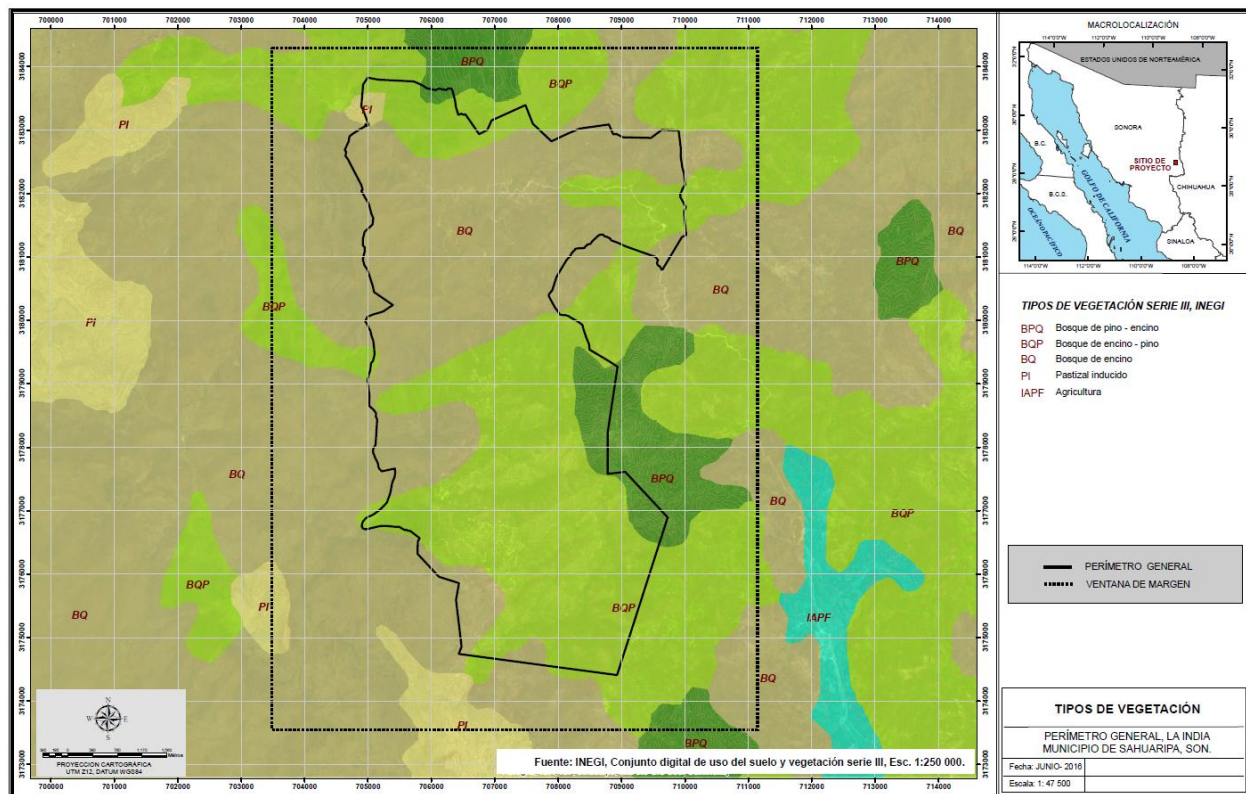


Figura IV.45 Tipos de vegetación en la Ampliación minera La India.

Arreglo florístico

La Ampliación minera La India cuenta con 69 plantas vasculares verificadas en campo. Las especies están agrupadas en 30 Familias taxonómicas, siendo dominante Fagaceae (encinos) con diez especies (14.4% del total inventariado), seguido por Pinaceae (pinos) con seis especies (8.7% del inventario) y Poaceae (pastos), Fabaceae (leguminosas) y Cactaceae (cactáceas suculentas) con cinco especies cada una para aportar individualmente el 7.2% del inventario florístico. Estas cinco Familias tienen el 44.5% del inventario de especies florísticas.

A continuación se presenta la representación de la distribución de especies por familias taxonómicas y la tabla IV.24 muestra el arreglo del inventario florístico.

Tabla IV.24 Representación de la distribución de especies por familias taxonómicas.

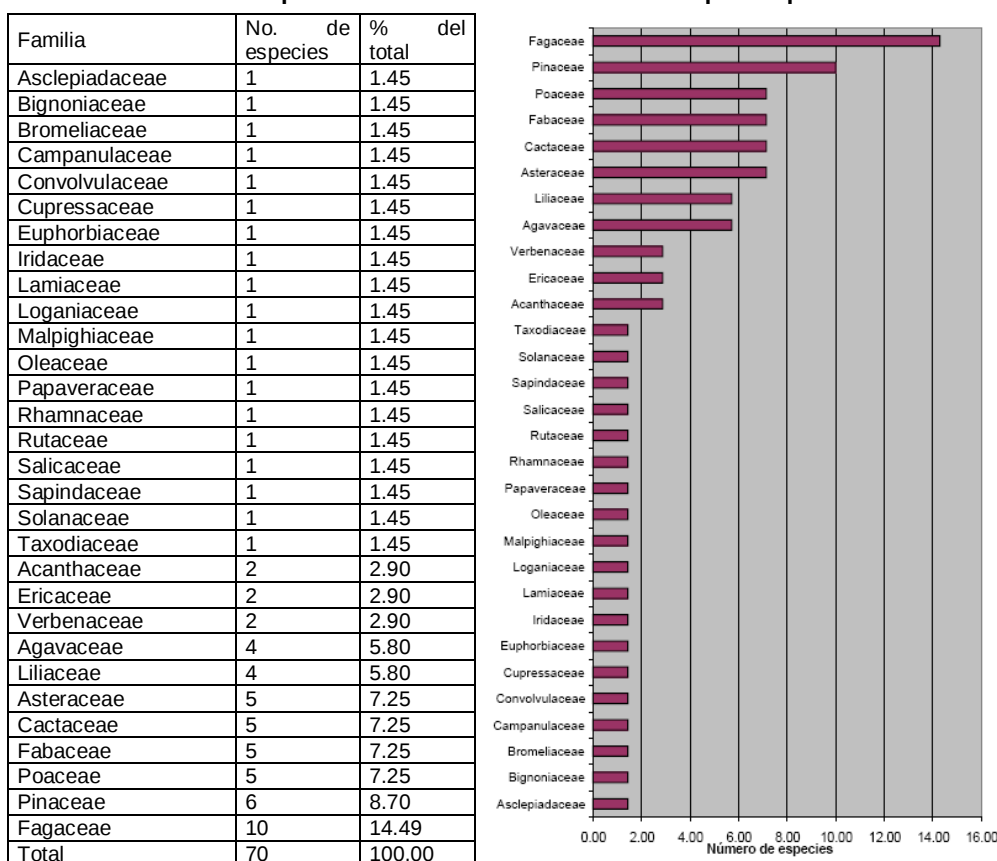


Tabla IV.25 Inventario florístico de Ampliación minera La India

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM ¹	Estatus CITES ²	Ciclo de vida	Estrato	Uso ³	Hábito ⁴	sep-08	feb-10	nov-11
Acanthaceae	<i>Dicliptera resupinata</i>	Alfalfilla			Perenne	Herbáceo		Mal	1	1	1
Acanthaceae	<i>Henrya insularis</i>	Rama del toro			Perenne	Herbáceo			1	1	1
Agavaceae	<i>Agave angustifolia</i>	Magüey espadín			Perenne	Rosetófila	A	Ret	1	1	1
Agavaceae	<i>Agave lechuguilla</i>	Magüey bacanora o mezcal			Perenne	Rosetófila	A	Ret	1	1	1
Agavaceae	<i>Agave palmeri</i>	Magüey del tlalcoyote o lechuguilla			Perenne	Rosetófila	A	Ret	1	1	1
Agavaceae	<i>Agave shrevei</i>	Agave			Perenne	Rosetófila	A	Ret		1	1
Asclepiadaceae	<i>Sarcostemma cynanchoides</i>	Huirote, tumba bardas			Perenne	Herbáceo			1	1	1
Asteraceae	<i>Dyssodia anomala</i>				Perenne	Herbáceo			1	1	1
Asteraceae	<i>Heterotheca subaxillaris</i>	Arnica, alcanfor			Perenne	Herbáceo	M		1	1	1
Asteraceae	<i>Pseudognaphalium leucocephalum</i>	Gordolobo			Perenne	Herbáceo	M		1	1	1
Asteraceae	<i>Tagetes filifolia</i>	Anisillo, anís de monte			Annual	Herbáceo	M	Mal	1	1	1
Asteraceae	<i>Zinnia peruviana</i>	Flor de junio, mal de ojo			Annual	Herbáceo	M	Mal	1	1	1
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Caballito, roble amarillo			Perenne	Arbustivo		IP	1	1	1
Bromeliaceae	<i>Tillandsia recurvata</i>	Heno			Perenne	Epífita				1	1
Cactaceae	<i>Echinocereus polyacanthus</i>	Organo enmarañado		II	Perenne	Herbáceo			1	1	1
Cactaceae	<i>Echinocereus stoloniferus</i>	Organo pequeño de estolones	Pr, E	II	Perenne	Herbáceo			1	1	1
Cactaceae	<i>Mammillaria miegiana</i>	Biznaga del río Sonora	Pr, E	II	Perenne	Herbáceo	A		1	1	1
Cactaceae	<i>Opuntia phaeacantha</i>	Nopal pardo		II	Perenne	Arbustivo			1	1	1
Cactaceae	<i>Opuntia robusta</i>	Nopal rodajón		II	Perenne	Arbustivo	M		1	1	1
Campanulaceae	<i>Lobelia laxiflora</i>	Aretitos			Perenne	Herbáceo		Mal	1	1	1
Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i>	Manto de la virgen, trompillo			Annual	Herbáceo		Mal	1	1	1
Cupressaceae	<i>Juniperus deppeana</i>	Tascate, huata, enebro chino			Perenne	Arbóreo		Ret	1	1	1
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño			Perenne	Arbóreo		Ref*	1	1	1
Ericaceae	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Manzanita			Perenne	Arbóreo		Ref*	1	1	1
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce polycarpa</i>	Golondrina			Perenne	Herbáceo			1	1	1
Fabaceae	<i>Acacia constricta</i>	Vinorama			Perenne	Arbustivo		Ref	1	1	1
Fabaceae	<i>Acacia cymbispina</i>	Huinol			Perenne	Arbustivo		Ref		1	1
Fabaceae	<i>Ceratonia siliqua</i> (= <i>Acacia pennatula</i>)	Algarrobo			Perenne	Arbustivo	M		1	1	1
Fabaceae	<i>Eysenhardtia orthocarpa</i>	Palo dulce			Perenne	Arbustivo	F	Ret	1	1	1
Fabaceae	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo dulce			Perenne	Arbustivo	F	Ret	1	1	1
Fagaceae	<i>Quercus albocincta</i>	Encino cusí			Perenne	Arbóreo	R		1	1	1
Fagaceae	<i>Quercus aristata</i>	Encino manzano			Perenne	Arbóreo	R		1	1	1
Fagaceae	<i>Quercus arizonica</i>	Encino blanco, encino prieta			Perenne	Arbóreo	R		1	1	1
Fagaceae	<i>Quercus chihuahuensis</i>	Encino roble, chino o encino cacachila			Perenne	Arbóreo	R		1	1	1
Fagaceae	<i>Quercus coccolobifolia</i>	Hueja			Perenne	Arbóreo	R			1	1
Fagaceae	<i>Quercus depressipes</i>	Encino enano			Perenne	Arbóreo	R		1	1	1
Fagaceae	<i>Quercus emoryi</i>	Encino bellotero			Perenne	Arbóreo	R		1	1	1
Fagaceae	<i>Quercus laurina</i> (= <i>salicifolia</i>)	Encino saucillo, encino laurel o roble			Perenne	Arbóreo	R			1	1
Fagaceae	<i>Quercus oblongifolia</i>	Encino azul			Perenne	Arbóreo	R		1	1	1
Fagaceae	<i>Quercus tarahumara</i>	Encino hueja			Perenne	Arbóreo	R		1	1	1
Iridaceae	<i>Tigridia pavonia</i>	Perico			Perenne	Herbáceo			1	1	1
Lamiaceae	<i>Hyptis alba</i>	Salva			Perenne	Herbáceo	M			1	1
Liliaceae	<i>Dasyliroton wheeleri</i>	sotol			Perenne	Rosetófila			1	1	1
Liliaceae	<i>Hymenocallis sonorensis</i>	Cebolla de coyote			Perenne	Herbáceo	M		1	1	1
Liliaceae	<i>Milla biflora</i>	Azucena, flor de San Juan			Perenne	Herbáceo	M	Mal	1	1	1
Liliaceae	<i>Nolina microcarpa</i>	Palmilla			Perenne	Rosetófila			1	1	1
Loganiaceae	<i>Buddleja sessiliflora</i>	Batayaquí o tepozán			Perenne	Arbustivo	M			1	1
Malpighiaceae	<i>Malpighia umbellata</i>	Granadilla			Perenne	Herbáceo				1	1
Oleaceae	<i>Fraxinus</i> sp. (afín <i>velutina</i>)	Fresnillo			Perenne	Arbóreo				1	1
Papaveraceae	<i>Eschscholtzia californica</i>	Amapolita del campo			Perenne	Herbáceo	M		1	1	1
Pinaceae	<i>Pinus cembroides</i>	Pino piñonero			Perenne	Arbóreo	R		1	1	1
Pinaceae	<i>Pinus douglasiana</i>	Pino			Perenne	Arbóreo	R			1	1
Pinaceae	<i>Pinus engelmannii</i>	Pino blanco, pino maderero			Perenne	Arbóreo	R		1	1	1
Pinaceae	<i>Pinus hartwegii</i>	Pino			Perenne	Arbóreo	R		1	1	1
Pinaceae	<i>Pinus leiophylla</i>	Pino			Perenne	Arbóreo	R		1	1	1
Pinaceae	<i>Pinus yecorensis</i>	Pino colorado, de estopa			Perenne	Arbóreo	R		1	1	1
Poaceae	<i>Aristida adscensionis</i>	Zacate cola de zorra			Annual	Herbáceo	F		1	1	1
Poaceae	<i>Aristida purpurea</i>	Zacate			Plurianual	Herbáceo	F		1	1	1
Poaceae	<i>Bouteloua curtipendula</i>	Pasto banderilla			Perenne	Herbáceo	F		1	1	1
Poaceae	<i>Bouteloua hirsuta</i>	Navajilla velluda			Perenne	Herbáceo	F		1	1	1
Poaceae	<i>Muhlenbergia montana</i>	Pasto liendrilla			Perenne	Herbáceo	F		1	1	1
Rhamnaceae	<i>Ceanothus</i> sp.				Perenne	Herbáceo			1	1	1
Rutaceae	<i>Esenbeckia hartmanii</i>	Sámota			Perenne	Herbáceo				1	1
Salicaceae	<i>Populus fremontii</i>	Alamo			Perenne	Arbóreo			1	1	1
Sapindaceae	<i>Dodonaea viscosa</i> (= <i>Ptelea viscosa</i>)	Chapulixtle			Perenne	Arbustivo	M	IP	1	1	1
Solanaceae	<i>Solanum rostratum</i>	Mala mujer			Perenne	Herbáceo	M	Rud		1	1
Taxodiaceae	<i>Taxodium distichum</i>	Sabino, ahuehuete, cedro			Perenne	Arbóreo	R		1	1	1
Verbenaceae	<i>Lippia graveolens</i> (= <i>Lippia palmeri</i>)	Oregano			Perenne	Herbáceo	A		1	1	1
Verbenaceae	<i>Verbena ciliata</i> (= <i>Verbena bipinnatifida</i>)	Verbena			Plurianual	Herbáceo	M			1	1

¹ Estatus de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010: Pr = Protección especial, / E = Endémico

² Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) (vigente a partir del 1 de julio de 2008)

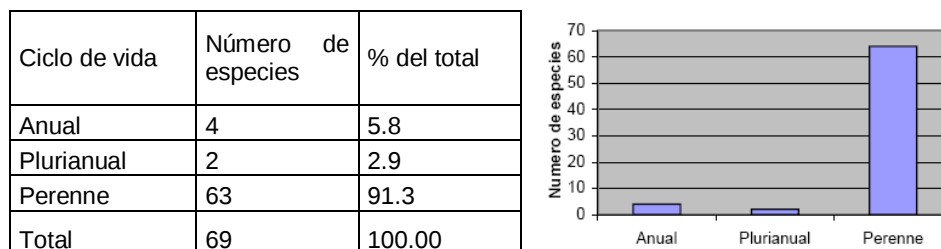
³ Uso de las especies: A=Alimento; F=valor forrajero o de agostadero; M=Medicinal; R=Madera en rollo

⁴ Hábito de las especies : Ref= Especie valiosa en labores de reforestación; Ret=Especie con atributos de retención y/o generación de suelos, * en especial después de incendios forestales; Mal=Maleza; IP= especie indicadora de suelos perturbados o bajos e

Ciclo de vida de las especies

De las especies inventariadas, el 91.3% de ellas (63 especies) son de ciclo de vida perennes. Se incluyen además cuatro especies anuales (5.8% del inventario) y dos especies plurianuales (2.9% de las especies). A continuación se representa el arreglo del ciclo de vida de las especies de flora.

Tabla IV.26 Representación de la distribución del ciclo de vida de las especies de flora de Ampliación minera La India.



Es importante destacar que los periodos de trabajo de campo corresponden al término de verano invierno, por lo que no se descarta que en otro periodo de muestreo se recluten especies florísticas adicionales, principalmente de ciclo de vida anual, sugiriéndose realizar estos a mediados de primavera (entre abril o mayo) y durante las lluvias de verano (julio-agosto).

Hábito de las especies

Todas las especies de flora son nativas o naturalizadas de la región. Apenas el 28.9% del inventario posee alguna característica adicional para su desarrollo, de los cuales dentro de Ampliación minera La India se han encontrado dichos atributos (asociados mayormente al estado de conservación) que permiten el éxito de estas especies.

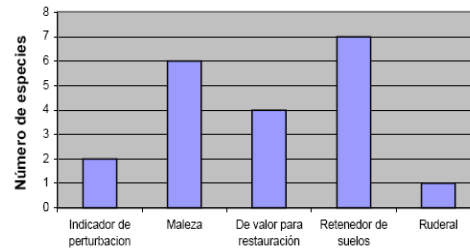
En particular, en el área se identificaron siete especies con características especiales en el sistema radicular que les permite ser retenedoras de suelo, en particular después de eventos de incendio, cuatro especies más son propicias para labores de restauración porque pueden generar procesos de fijación de nitrógeno en los terrenos, así señalados en las fichas técnicas de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).

Por otra parte, seis especies son consideradas malezas, dos especies más son indicadoras de perturbación (suelos con escasos nutrientes) y una especie presenta hábito ruderal (se establecen en terrenos modificados como bordos o las orillas de caminos).

La siguiente tabla representa el arreglo del hábito particular documentado de algunas de las especies presentes en la Ampliación minera La India.

Tabla IV.27 Representación de hábitos de algunas especies de flora de Ampliación minera La India.

Hábito	No. de especies	% del inventario
Indicador de perturbación	2	2.9
Maleza	6	8.6
Valor para reforestación	4	5.7
Retenedor de suelos	7	10.0
Ruderal	1	1.4
Total	20	28.5



Estratificación Vertical

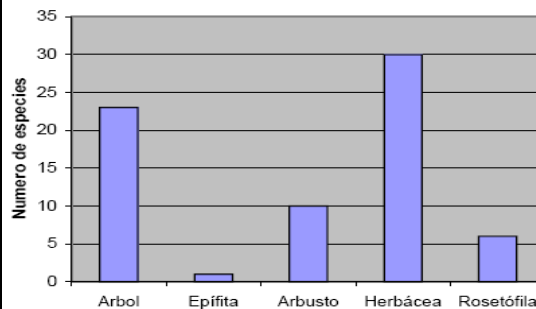
Relativo a la estratificación vertical del arreglo florístico para la Ampliación minera La India, se tiene que el estrato herbáceo es el más numeroso en especies, pero el dosel más conspicuo es el estrato arbóreo, que le sigue en número de especies y que tipifica correctamente un tipo de vegetación de encino-pino por la proporción de las especies encontradas.

De esta manera, el estrato arbóreo cuenta con 22 especies (31.9% del inventario), el estrato arbustivo siguiente posee 10 especies (14.5% del total), le sigue el estrato herbáceo con 30 especies (43.5% del total) y existen además seis especies rosetófilas (8.7% del total), cuya altura de elementos florísticos oscila entre herbácea y arbustiva y una sola especie tiene arreglo epífita (1.4%).

La tabla IV.28 representa la estratificación vertical de las especies presentes en la Ampliación minera La India.

Tabla IV.28 Representación del estrato vertical de las especies de flora de Ampliación minera La India.

Estrato vertical	Número de especies	% del inventario
Árbol	22	31.9
Epífita	1	1.4
Arbusto	10	14.5
Herbácea	30	43.5
Rosetófila	6	8.7
Total	69	100.0



Parámetros poblacionales

Con el propósito de conocer los arreglos de las comunidades vegetales, se levantó información durante los muestreos para la estimación de parámetros poblacionales, para lo cual se dividió el proyecto minero en cuatro áreas previamente señaladas en la metodología así como los números de muestreos y superficies.

La tendencia de los parámetros poblacionales destaca que en pocas especies se sustenta el valor de importancia de las comunidades vegetales, siendo mayormente boscoso al Norte, con la intromisión de áreas abiertas y pastos dominantes en la parte central y suculentas espinosas como asociación dominante dentro del bosque de encino existente en la parte Sur del proyecto minero.

Así, las cuatro especies con mayores valores de importancia por sitio, sustenta la aseveración anterior, donde los elementos de porte alto van disminuyendo hacia el Sur del proyecto minero, recayendo los valores de importancia sobre elementos mayormente herbáceos. Esto tiene repercusión en la densidad y cobertura de las especies como se describe más adelante.

Tabla IV.29 Concentrado del valor de importancia de las especies vegetales de Ampliación minera La India.

Especie	Nombre común	Valor de importancia (de la especie en el sitio muestreado)
Área 1. Extremo N del proyecto minero		
<i>Bouteloua curtipendula</i>	Pasto banderilla	23.3
<i>Pinus cembroides</i>	Pino piñonero	27.0
<i>Quercus emoryi</i>	Encino bellotero	28.0
<i>Quercus tarahumara</i>	Encino hueja	80.2
Área2. Porción Central-Cieneguita		
<i>Agave lechuguilla</i>	Maguey bacanora o mezcal	25.8
<i>Quercus tarahumara</i>	Encino hueja	26.6
<i>Juniperus deppeana</i>	Táscate, huata, enebro chino	26.7
<i>Bouteloua curtipendula</i>	Pasto banderilla	57.4
Área 3. Porción Central-Amargosa		
<i>Quercus tarahumara</i>	Encino hueja	25.5
<i>Opuntia robusta</i>	Nopal rodajón	32.4
<i>Agave lechuguilla</i>	Maguey bacanora o mezcal	34.9
<i>Bouteloua curtipendula</i>	Pasto banderilla	51.9
Área 4. Extremo S del proyecto minero)		
<i>Aristida adscensionis</i>	Zacate cola de zorra	21.24
<i>Dasyllirion wheeleri</i>	Sotol	22.07
<i>Opuntia phaeacantha</i>	Nopal pardo	26.47
<i>Bouteloua curtipendula</i>	Pasto banderilla	68.9

Por otra parte, entre sitios, existen diferencias entre los valores adicionales en densidad y cobertura. El área 1 por ejemplo presentó mayor número de individuos muestreados y el número de plantas por hectárea es de 1,170.3 (el más alto valor entre los sitios) con mayor cobertura en dosel de las especies muestreadas, coincidentes con los ejemplares mayormente arbóreos presentes en este sitio. Si bien es variable el número de individuos muestreados y la cobertura entre los sitios, la densidad va descendiendo hacia el Sur del proyecto minero, evidenciado porque los elementos florísticos están más espaciados entre sí y potencialmente cubren menor espacio de suelo. La siguiente tabla presenta de manera resumida los valores que se ven con más detalle por cada sitio de muestreo.

Tabla IV.30 Resumen de densidad y cobertura de Ampliación minera La India.

Sitio de muestreo	No. de individuos	Densidad (Num plantas/ha)	Cobertura (m ² /ha)
Área 1. Extremo N del proyecto minero	1417.8	1170.3	3643.5
Área 2. Porción Central-Cieneguita	798.0	701.4	5940.3
Área 3. Porción Central-Amargosa	999.0	668.3	4019.3
Área 4. Extremo S del proyecto minero	1376.0	503.2	2890.3

En lo particular, en el sitio 1 intervienen 15 especies en los 30 sitios de muestreo, sumando entre ellos, una densidad aproximada de 1,170.3 plantas/ha, con una cobertura acumulada de 3,643.5 m²/ha (es decir, casi la tercera parte de una hectárea está cubierta con vegetación, de acuerdo al alcance del muestreo).

Los valores relativos de densidad, dominancia y frecuencia, muestran que son el encino hueja (*Quercus tarahumara*), encino bellotero (*Q. emoryi*) y el pino piñonero (*Pinus cembroides*) quienes aportan mas valores, al tener el mayor valor de importancia (peso ecológico en la comunidad muestreada) de este sitio.

Tabla IV.31 Parámetros poblacionales del Área 1. Extremo N del proyecto minero

Especie	Nombre común	Densidad (Num. plantas/ha)	Densidad relativa (%)	Cobertura (m ² /ha)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Valor de importancia (de la sp en el sitio muestreado)
<i>Arctostaphylos pungens</i>	Manzanita	24.8	2.1	403.8	2.5	2.3	6.9
<i>Quercus albocincta</i>	Encino cusi	29.7	2.5	336.5	2.6	4.4	9.5
<i>Quercus aristata</i>	Encino manzano	24.8	2.1	403.8	3.4	5.1	10.6
<i>Pinus hartwegii</i>	Pino	52.2	4.5	191.4	2.1	4.3	10.9
<i>Opuntia phaeacantha</i>	Nopal pardo	28	2.4	357.4	3.4	5.7	11.5
<i>Juniperus deppeana</i>	Tascate, huata, enebro chino	52.7	4.5	189.6	3.9	4.5	12.9
<i>Quercus arizonica</i>	Encino blanco, encino prieta	49.5	4.2	201.9	4.1	5.3	13.6
<i>Quercus coccolobifolia</i>	Hueja	28.5	2.4	351.2	7.2	4.8	14.5
<i>Quercus chihuahuensis</i>	Encino roble, chino o encino cacachila	49.5	4.2	201.9	5.6	4.9	14.7
<i>Pinus leiophylla</i>	Pino	82.5	7	121.3	4.5	5.8	17.3
<i>Bouteloua curtipendula</i>	Pasto banderilla	24.8	2.1	403.8	5.6	15.6	23.3
<i>Pinus yecorensis</i>	Pino, pino colorado, de estopa	129	11	327.7	3.9	8.6	23.5
<i>Pinus cembroides</i>	Pino piñonero	173.3	14.8	57.7	3.2	9	27
<i>Quercus emoryi</i>	Encino bellotero	198.1	16.9	50.5	3.5	7.6	28
<i>Quercus tarahumara</i>	Encino hueja	222.9	19	44.9	44.5	16.7	80.2

En el Área 2 llamada central-cieneguita (ver ubicación de sitios de muestreo) de Ampliación minera La India fueron 16 especies involucradas en los 32 muestreos, sumando entre ellos, una densidad aproximada de 798 plantas/ha, con una cobertura acumulada de 5,940 m²/ha.

Los valores relativos de densidad, dominancia y frecuencia, indican que son el pasto banderilla (*Bouteloua curtipendula*), el táscate (*Juniperus deppeana*) y el encino hueja (*Quercus tarahumarae*) con mayor valor de importancia en este sitio. Ver tabla IV.32.

Tabla IV.32 Parámetros poblacionales del Área 2. Porción Central-Cieneguita

Especie	Nombre común	Densidad (Num plantas/ha)	Densidad relativa (%)	Cobertura (m ² /ha)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Valor de importancia (de la sp en el sitio muestreado)
<i>Sarcostemma cynanchoides</i>	Huirote, tumba bardas	10.5	1.5	948.1	1.2	3.6	6.3
<i>Quercus aristata</i>	Encino manzano	11.4	1.6	875.1	3.2	2.2	7.0
<i>Quercus arizonica</i>	Encino blanco, encino prieta	14.1	2.0	711.1	4.8	3.2	10.0
<i>Pinus leiophylla</i>	Pino	20.2	2.9	494.6	4.1	3.7	10.7
<i>Quercus chihuahuensis</i>	Encino roble	22.0	3.1	455.1	4.1	3.6	10.8
<i>Quercus albocincta</i>	Encino cusi	43.1	6.1	232.2	1.9	3.1	11.1
<i>Pinus hartwegii</i>	Pino	15.8	2.3	632.0	5.6	4.3	12.2
<i>Pinus yecorensis</i>	Pino, pino colorado, de estopa	49.2	7.0	203.2	3.3	5.8	16.1
<i>Agave angustifolia</i>	Maguey espadín	70.3	10.0	142.2	1.6	5.4	17.1
<i>Opuntia phaeacantha</i>	Nopal pardo	39.6	5.6	252.8	6.0	5.8	17.4
<i>Quercus coccolobifolia</i>	Hueja	43.1	6.1	232.2	7.8	5.3	19.2
<i>Pinus cembroides</i>	Pino piñonero	60.6	8.6	164.9	7.6	9.2	25.4
<i>Agave lechuguilla</i>	Maguey bacanora o mezcal	58.0	8.3	172.4	9.4	8.1	25.8
<i>Quercus tarahumara</i>	Encino hueja	54.5	7.8	183.5	11.9	6.9	26.6
<i>Juniperus deppeana</i>	Táscate, huata, enebro chino	61.5	8.8	162.5	9.9	8.1	26.7
<i>Bouteloua curtipendula</i>	Pasto banderilla	127.5	18.2	78.5	17.6	21.6	57.4

Por su parte, en el Área 3 (La central-amargosa), hay 13 especies que repetidamente salieron en los 30 muestreos, sumando entre ellos, una densidad aproximada de 999 plantas/ha, con una cobertura acumulada de 4,019.3 m²/ha.

Los valores relativos de densidad, dominancia y frecuencia, indican que son el pasto banderilla (*Bouteloua curtipendula*), el maguey bacanora (*Agave lechuguilla*) y el nopal rodajón (*Opuntia robusta*) y con mayor valor de importancia en este sitio, de acuerdo a lo mostrado en la tabla IV.33.

Tabla IV.34 Parámetros poblacionales del Área 3. Porción Central-Amargosa

Especie	Nombre común	Densidad (Num plantas/ha)	Densidad relativa (%)	Cobertura (m ² /ha)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Valor de importancia (de la sp en el sitio muestreado)
<i>Pinus yecorensis</i>	Pino colorado, de estopa	24.1	3.6	415.2	4.2	5.7	13.5
<i>Dasyllirion wheeleri</i>	Sotol	37.5	5.6	266.9	6.7	1.6	13.9
<i>Quercus albocincta</i>	Encino cusi	38.8	5.8	257.7	6.5	2.7	15.0
<i>Agave angustifolia</i>	Maguey espadín	46.8	7.0	213.5	6.5	2.6	16.1
<i>Pinus cembroides</i>	Pino piñonero	28.8	4.3	347.6	3.8	8.1	16.2
<i>Opuntia phaeacantha</i>	Nopal pardo	46.8	7.0	213.5	6.0	4.0	17.0
<i>Eysenhardtia orthocarpa</i>	Palo dulce	15.4	2.3	649.9	6.5	9.9	18.7
<i>Juniperus deppeana</i>	Tascate, huata, enebro chino	39.5	5.9	253.4	9.9	6.0	21.7
<i>Esenbeckia hartmanii</i>	Sámota	12.7	1.9	786.7	11.1	9.4	22.4
<i>Quercus tarahumara</i>	Encino hueja	44.8	6.7	223.1	13.4	5.4	25.5
<i>Opuntia robusta</i>	Nopal rodajon	43.5	6.5	230.0	8.6	17.3	32.4
<i>Agave lechuguilla</i>	Maguey bacanora o mezcal	89.6	13.4	111.6	9.4	12.1	34.9
<i>Bouteloua curtipendula</i>	Pasto banderilla	200.0	29.9	50.0	7.5	14.5	51.9

Finalmente, en la parte Sur del proyecto La India (Área 4), fueron 14 especies involucradas en los 25 muestreos, acumulando una densidad cercana a 1,376 plantas/ha, con una cobertura 2,890.3 m²/ha. Los valores relativos de parámetros como densidad, dominancia y frecuencia, muestran que el mayor valor de importancia de este sitio es aportado por el pasto banderilla (*Bouteloua curtipendula*) seguido de lejos por el nopal cardo (*Opuntia phaeacantha*), y sotol (*Dasyllirion wheeleri*), donde en general dominaron las cactáceas suculentas y rosetófilas.

Tabla IV.35 Parámetros poblacionales del Área 4. Extremo S del proyecto minero en Arroyo Hondo

Especie	Nombre común	Densidad (Num plantas/ha)	Densidad relativa (%)	Cobertura (m ² /ha)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Valor de importancia (de la sp en el sitio muestreado)
<i>Acacia constricta</i>	Vinorama	24.50	4.9	146.9	2.1	3.33	10.30
<i>Juniperus deppeana</i>	Táscate, huata, enebro chino	16.46	3.3	218.8	4.1	10.29	17.66
<i>Agave shrevei</i>	Agave	32.55	6.5	110.6	2.6	4.1	13.17
<i>Echinocereus stoloniferus</i>	Organo pequeño de estolones	5.49	1.1	656.3	7.6	6.2	14.89
<i>Quercus emoryi</i>	Encino bellotero	16.46	3.3	218.8	8.6	8.89	20.76
<i>Acacia cymbispina</i>	Huinol	31.81	6.3	113.2	4.3	6.7	17.32
<i>Nolina microcarpa</i>	Palmilla	4.75	0.9	757.3	7.7	8.7	17.34
<i>Agave palmeri</i>	Maguey del tlalcoyote	24.50	4.9	146.9	2.9	10.94	18.71
<i>Agave lechuguilla</i>	Maguey bacanora o mezcal	44.98	8.9	80.0	5.7	8.82	23.46
<i>Opuntia robusta</i>	Nopal rodajon	25.23	5.0	142.7	7.9	4.17	17.09
<i>Aristida adscensionis</i>	Zacate cola de zorra	53.02	10.5	67.9	7.8	2.9	21.24
<i>Dasyllirion wheeleri</i>	sotol	44.61	8.9	80.7	8.9	4.30	22.07
<i>Opuntia phaeacantha</i>	Nopal pardo	28.52	5.7	126.2	12.9	7.90	26.47
<i>Bouteloua curtipendula</i>	Pasto banderilla	150.29	29.9	24.0	16.9	22.13	68.90

Usos de la flora

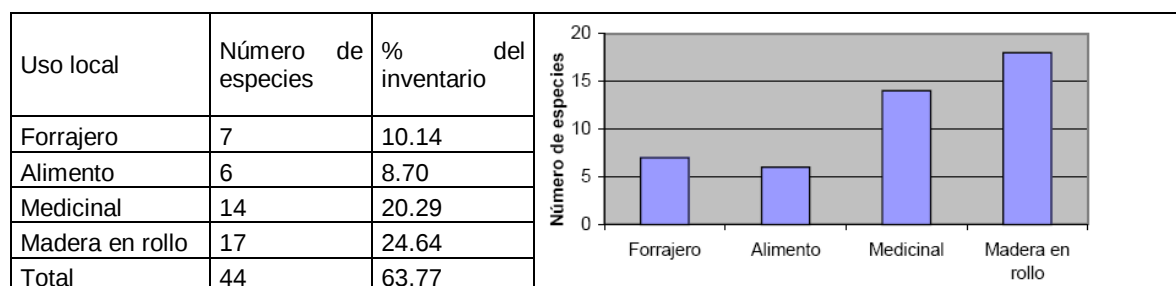
El 63.7% de las especies inventariadas dentro de Ampliación minera La India se les identificó un uso regional.

Aún cuando el sitio no posee atributos comerciales en desarrollo forestal (destacado en los usos potenciales del suelo), 17 especies (24.6% del total) tienen valor por su madera en rollo de uso para postería, construcción e inclusive leña; catorce especies (20% del total) tienen interés medicinal; siete especies (10% del total) con valor palatable para agostadero como forraje (especialmente ganado vacuno y equino de acuerdo a los usos del suelo señalados) y seis especies (8.7% del total) como alimento.

Las especies señaladas en el presente apartado, se destacan en la tabla previa del inventario florístico para el proyecto.

La siguiente tabla muestra el arreglo proporcional de los usos locales identificado para algunas de las especies presentes en la Ampliación minera La India.

Tabla IV.36 Representación del uso local de algunas especies vegetales presentes en la Ampliación minera La India.



Especies de interés

Son dos especies (2.8% del total) pertenecientes a la Familia Cactaceae que se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se trata del órgano pequeño de estolones (*Echinocereus stoloniferus*) y la biznaga del río Sonora (*Mammillaria miegiana*), ambos en estatus de Protección especial, con distribución endémica en la región donde se ubica el proyecto La India.

Además, las cinco especies de la Familia Cactaceae identificadas en esta primera fase del estudio, se encuentran en el Apéndice II de la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies y Flora y Fauna Silvestres) siguiendo el criterio de la CONABIO (2008), que establece que las familias completas de cactáceas y orquídeas están incluidas en esa categoría de protección. Dicho apéndice regula el comercio internacional de especies que pueden estar en peligro de extinción sin una reglamentación comercial. Se permite el comercio bajo la condición de que los especímenes sean obtenidos legalmente y que su venta no vaya en detrimento de las poblaciones silvestres (Ver tabla IV.37).

Tabla IV.37 Especies de flora bajo alguna categoría de protección

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM ¹	Estatus CITES ²
Cactaceae	<i>Echinocereus stoloniferus</i> *	Órgano pequeño de estolones	Pr, E	II
Cactaceae	<i>Mammillaria miegiana</i> *	Biznaga del río Sonora	Pr, E	II
Cactaceae	<i>Opuntia robusta</i> *	Nopal rodajón		II
Cactaceae	<i>Echinocereus polyacanthus</i>	Órgano enmarañado		II
Cactaceae	<i>Opuntia phaeacantha</i>	Nopal pardo		II

1. Categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010: Pr = Protección especial, / E = Endémico

2. Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) (vigente a partir del 1 de julio de 2008):

II. Incluye especies no necesariamente amenazadas de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse para evitar que así sea. También incluye especies que necesitan regularse por su similitud con otras. El comercio internacional se permite pero bajo ciertos requisitos.

* = No están registrados en el SIIT pero forman parte de los inventarios en revisión de la CONABIO y en el caso de las especies con estatus, además la cita la NOM-059-SEMARNAT-2010

A continuación se presentan fotografías de estas especies bajo regulación. El resto de las especies inventariadas se muestran en la memoria fotográfica de especies vegetales.



Foto IV.22. La cactácea Órgano pequeño de estolones (*Echinocereus stoloniferus*) en categoría de Protección especial, con distribución endémica según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y citada en el Apéndice II de la CITES.

Fuente: La foto de izquierda tomada en septiembre de .2009 en porción S del proyecto y la foto derecha proporcionada por E. Cruz Geólogo responsable de campamento La India



Foto IV.23. La biznaga del río Sonora (*Mammillaria miegiana*) en categoría de Protección especial, con distribución endémica según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y citada en el Apéndice II de la CITES.

Fuente: Fotos proporcionada por E. Cruz Geólogo responsable de campamento La India



Foto IV.24. El nopal rodajón (*Opuntia robusta*) regulado por el Apéndice II de CITES.

Fuente: Foto tomada en sep2009 en extremo Sur del proyecto



Foto IV.25. El nopal cardo (*Opuntia phaeacantha*) regulado por el Apéndice II de CITES

Fuente: Foto tomada en sep2009.



Foto IV.26. El Órgano enmarañado (*Echinocereus polyacanthus*) regulado por el Apéndice II de CITES

Fuente: Foto izquierda tomada en sep2009 y foto derecha proporcionada por. Cruz Geólogo responsable de campamento La India.

IV.2.2.2. Fauna silvestre

Metodología

El presente apartado fue realizado considerando los términos de referencia dentro de la manifestación de impacto ambiental guía sectorial minera. Con el propósito de obtener información relevante acerca de la fauna silvestre que ocurre en el área de Ampliación minera La India, se realizó un estudio para determinar de manera cuantitativa y cualitativa la presencia e importancia de las especies vertebradas. Para ubicar geográficamente el área de estudio se usaron las cartas topográficas escala 1:250,000 Clave H12-12 llamada Tecoripa INEGI (SPP, 1982), así como el detalle topográfico del plano base proporcionado por la empresa. Con este primer arreglo pudo obtenerse la ubicación del proyecto respecto a la regionalización faunística registrada para el sitio, así como regiones de uso y/o manejo de fauna en la región, que ofreciera un primer acercamiento de la distribución de fauna.

El trabajo de campo fue realizado del 1 al 5 de septiembre del 2015 y del 5 al 7 de febrero del 2016, obteniéndose con ello los datos para el procesamiento y cumplimiento de los términos de referencia arriba señalados para este tipo de estudios. Los resultados obtenidos se describen más adelante y reflejan la existencia de la fauna silvestre que ocurre en los terrenos donde se pretende desarrollar el proyecto minero.

En ese orden de ideas, de manera general en los dos periodos de muestreo se realizaron recorridos a pie, por varios espacios del proyecto minero con características de terreno propicias con hábitat para la fauna vertebrada, con el propósito de tener observaciones directas y tomando las fotografías apropiadas en la mayoría de los casos. Como apoyo, personal del campamento proporcionó fotografías en fauna, que desde el año 2006 ha acumulado. En particular, durante el primer reconocimiento de fauna (septiembre de 2009), se establecieron cuatro puntos fijos de observación permanente mediante la instalación de cámaras automáticas con sensor de movimiento cada minuto. La selección de sitios obedeció a la presencia de componentes de hábitat (espacio, ruta, refugio, alimento y agua) que en general requiere la fauna. En la obtención de puntos de control y referencia a muestreos se empleó una unidad de GPS (marca Garmin, utilizando el Datum NAD27). La ubicación de los sitios y el tiempo de observación fue el siguiente:

- Sitio 1. Ubicación sobre arroyo cercano a La Chipriona, punto 706940 E, 3179800.3 N, con cuatro días de observación permanente.
- Sitio 2. En arroyo La Cieneguita, punto 705800.4 E, 3178037 N, con ocho días de observación permanente.
- Sitio 3. Sobre arroyo La Amargosa, muy cercano a campamento, en sitio 705870.5 E, 3176804.1 N con cuatro días de observación permanente.
- Sitio 4. Al extremo Sur del proyecto minero en arroyo tributario de Arroyo Hondo, en el punto 706722.2 E, 3174298.2 N, con ocho días de observación permanente.

En el segundo reconocimiento de fauna (febrero de 2010) para las observaciones fijas directas se apoyó con binoculares y se registró la ubicación geográfica de los sitios de observación mediante una unidad GPS (marca Garmin, utilizando el Datum NAD27) sobre cuatro rutas de fauna silvestre:

- Ruta 1. En la trayectoria del arroyo la Cieneguita, iniciando en el punto 705441 E, 3178220N, hasta terminar en el punto 705340E, 3177942N.
- Ruta 2. En la trayectoria del arroyo la Cieneguita, iniciando en el punto 705860E, 3178211N, hasta terminar en el punto 706109E, 3178037N.
- Ruta 3: Sobre arroyo La Amargosa, iniciando en el punto 705898E, 3176850N, hasta terminar en el punto 705401E, 3176894N.
- Ruta 4: Sobre arroyo La Amargosa, iniciando en el punto 705999E, 3176700N, hasta terminar en el punto 706390E, 3176172N.

El tratamiento de los grupos vertebrados en campo sigue las siguientes particularidades:

Para obtener el inventario de mamíferos, las observaciones en los dos periodos de muestreo permitieron registrar el mayor número de individuos presentes de acuerdo a sus hábitos y actividad. La información obtenida de las observaciones directas de fauna silvestre fue complementada con el registro de la ocurrencia de señales indirectas en la trayectoria, tales como huellas, excretas, carcasas y/o restos de partes de individuos.

Debido a que en la primera revisión de campo, se encontró una alta diversidad de quirópteros (murciélagos), la segunda revisión de campo incluyó la revisión de sitios previamente seleccionados con la presencia de cuevas, para realizar la búsqueda de colonias de este grupo dentro del proyecto minero. La revisión de sitios se centró sobre el tramo del Arroyo La Amargosa, por contener este tipo de hábitat. La ubicación de los sitios fue la siguiente: 1):706180E, 3176545N; 2):706426E, 3176048N; 3):706572E, 3175771N; 4):706703E, 3175587N; 5):706760E, 3176058N; y 6):706686E, 3176312N. La identificación de las especies evidenciadas en campo se realizó *in situ* mediante observación y con el apoyo de las guías taxonómicas, en especial de las guías de campo de: Aranda-Sánchez & Jaime-Marcelo (1981), Burt & Grossenheider (1980), Caire (1978), Fa & Morales (1998), Grossenheider & Buró (1976), Hall (1981), Watanabe (2002) y Whitaker (1980).

Para el grupo de aves, se aprovechó los dos periodos de muestreo donde se realizaron recorridos a pie, y el segundo reconocimiento de fauna (febrero de 2010) para realizar observaciones por puntos, para conocer Presencia – Ausencia, con revisión de cinco minutos en los sectores señalados de Ampliación minera La India. En este método se efectúa una búsqueda de aves y su identificación se lleva a cabo por observación directa y/o por la detección de sus cantos, llamados y sonidos particulares. Lo anterior fue identificado en sitio, por comparación en las guías de campo y trabajos del sitio de los autores: Alden (1969); Fitzpatrick (2002); Howell & Webb (1995); National Geographic (1987); Petterson & Chalif (1989); y, Russell & Monson (1998).

En la búsqueda del inventario del grupo de anfibios y reptiles se aprovecharon los recorridos a pie, se cuestionó a los habitantes locales sobre la presencia-ausencia de este grupo, en relación a un inventario potencial de trabajos en el sitio obtenido previamente y se apoyó con la evidencia fotográfica y registro del sitio en otros periodos del año dentro del proyecto (dada la naturaleza de anfibios y reptiles), comparando los ejemplares con las guías de campo de los autores Bogert & Oliver (1945); Flores-Villela (1993); Lowe & Frost (1992); y Stebbins (1985).

Por otra parte, debido a que los arroyos existentes dentro del proyecto alimentan los recursos hídricos que integran el Río Yaqui, quedando a su vez el proyecto minero inmerso en una región hidrológica prioritaria, fue importante obtener el registro de peces dulceacuícolas del lugar revisando a detalle registros del grupo, basando la presente caracterización en la revisión documental. Los documentos de soporte empleados en esta descripción son Álvarez del Villar (1970), Espinoza-Pérez & otros (1993), Arriaga & otros (2002) y CONABIO (2002).

El registro de fauna por observación directa (OD) permitió obtener fotografía en la mayoría de los casos; además se amplió el registro de evidencia mediante el cuestionamiento al personal de campamento y guías de campo, registrando como comunicación con habitantes locales (HL). Finalmente en el caso de aquellas especies enlistadas en la NOM-O59-SEMARNAT-2010 que no fueron vistas en el periodo de muestreo, se obtuvo imagen fotográfica para ilustrar el ejemplar, citando en cada caso la fuente. La evidencia de fauna en sitio se complementó con los registros de distribución espacial para el área de estudio, señalando en su caso, esta situación en los inventarios. Finalmente, el inventario florístico obtenido, fue revisado de acuerdo al Sistema Integrado de Información Taxonómica (SIIT) de la CONABIO, que representa una interfaz mexicana de ITIS (Integrated taxonomic information system-North America) cuyo propósito es establecer un estándar taxonómico mundial. El arreglo de la información en fauna, incluye el nombre del Orden y Familia taxonómico, nombre científico y común para cada una de las especies evidenciando las más representativas en el lugar.

Sin haber agotado el inventario de fauna, se privilegió en primer lugar, el inventario de especies evidenciado en sitio, seguido por los comentarios del personal que facilitó el trabajo de campo y guías del lugar, las especies de notoria distribución en el área, del conocimiento del equipo responsable de campo, y al final, el registro bibliográfico de fauna. Con el inventario obtenido del proyecto minero, se comparó con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, por su nombre en Inglés) para identificar el estatus de protección de las especies. Así mismo, se identificó el uso local de las especies.

Arreglo de las comunidades faunísticas

México es un país de megadiversidad, estatus que comparte con países como Brasil, Perú, Colombia, Indonesia y Madagascar, entre otros. En conjunto los 17 países megadiversos albergan cerca del 75% de las especies de plantas y animales del mundo. En México se encuentra alrededor del 10% de la diversidad biológica del mundo, destacando por su riqueza de especies los grupos de vertebrados (peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos) así como las plantas vasculares y algunos otros grupos taxonómicos (Mittermeier, 1997; Arita, 2001).

En este orden de ideas, nuestro país es considerado como el cuarto país de mayor riqueza biológica debido a que las cuatro clases de vertebrados terrestres albergan en un alto porcentaje de endemismos: el 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, 1994). De adicional, es considerado como una zona de transición por su alta biodiversidad, dada su situación geográfica y su interacción con factores ambientales locales (Hetschel, 1986).

De acuerdo al nivel de antropización del sitio analizado por la CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad) del Norte del País (Soto Esperanza y otros, 1999), el área de estudio se encuentra en un ambiente débilmente modificado, lo que significa que presenta un alto valor de conservación en la región, comparativamente a las condiciones del resto del Estado. A nivel de cuenca, el proyecto minero se encuentra ubicado en su totalidad dentro de la Cuenca B llamada del Río Yaqui, perteneciente a la Región Hidrológica 9, Sonora Sur. La superficie total de la cuenca cubre 71776 km² (7,177,600 ha), de los cuales 57,739 km² (80.4% de la cuenca) pertenecen al estado de Sonora (INEGI, 1993). El proyecto minero apenas ocupa el 0.02% de la superficie estatal. Sin embargo, la cuenca contiene elementos de hábitat y arreglo de comunidades que permiten la confluencia de diversas comunidades faunísticas. De esta manera, la cuenca posee la presencia de tres provincias biogeográficas, dominada casi en la mitad de su superficie (47.2 %) por la Provincia Sierra Madre Occidental a la cual pertenece la Ampliación minera La India, como se muestra en la tabla IV.38, existen tres provincias de arreglo mastogeográfico, siendo la cuenca mayormente influenciada por la Sierra Madre Occidentalense (con el 56.5% de su territorio) que a su vez pertenece el proyecto minero. En avifauna, existen siete áreas de importancia para la conservación de aves, cinco de ellas exclusivas de la cuenca, ocupando alrededor del 25% de la superficie de la Cuenca en áreas AICA. La Ampliación minera La India queda totalmente fuera de alguna de ellas. Finalmente, son tres las provincias herpetofaunísticas que convergen en la cuenca, siendo mayormente distribuida la cuenca de la Sierra Madre Occidentalense (con un 68% del total), pero es la provincia Mexicana del Oeste (que apenas ocupa el 9.2% de la cuenca) donde se ubica el proyecto minero. La figura IV.47 muestra la regionalización faunística que gira en torno al Ampliación minera La India.

Tabla IV.38 Desglose de superficies de las provincias faunísticas dentro de la Cuenca del Río Yaqui.

Provincia Biogeográfica			
Nombre	Sup. cuenca ocupada por la provincia (ha)		
Sierra Madre Occidental	338782720		
Altiplano Chihuahuense	236860800		
Sonorense	142116480		
Provincia mastogeográfica			
Nombre	Sup. cuenca ocupada por la provincia (ha)		
Sierra Madre Occidentalense	405534400		
Sinaloense	168673600		
Sonorense	143552000		
AICA (Áreas de importancia para la conservación de las aves)			
Nombre	Sup. total (ha)	Sup. Dentro de la cuenca (ha)	Sup. Cuenca ocupada por AICAS (ha)
No.38. Sist. de Islas de Sierra Madre Occidental	2,289,950.48	801482.668	1777787.31
No. 44 Bacerac-Sierra Tabaco-Río Bavispe	245,494.04	245,494.04	
No. 71 Mesa de Guacamaya	19,522.44	9370.7712	
No. 76 Cebadillas	16,370.10	16,370.10	
No. 77 Maderas Chihuahua	19,548.17	19,548.17	
No. 47 Babicora	13,869.80	13,869.80	
No. 39 Cuenca del Río Yaqui	671,651.76	671,651.76	
Provincia herpetofaunística			
Nombre	Sup. cuenca ocupada por la provincia (ha)		
Sierra Madre Occidental	488076800		
Mexicana del Oeste	66033920		
Colorado-Sonorense	163649280		

CONABIO, 1997; Ramírez-Pulido, y Castro-Campillo, 1990; CIPAMEX-CONABIO, 1999; Casas-Andreu & Reyna-Trujillo, 1990; CNA, 1998.

Las provincias biogeográficas son un sistema conformado por 19 provincias con base en cuatro sistemas de clasificación, 3 biogeográficas (1) plantas vasculares, (2) anfibios y reptiles y (3) mamíferos y el de principales rasgos morfotectónicos con el objetivo de determinar un sistema estándar de regiones naturales de México para planear el crecimiento y la política de apoyo para el estudio y conservación de la diversidad biológica del país. De esta manera, la Ampliación minera La India queda dentro de la provincia biogeográficas llamada Sierra Madre Occidental (CONABIO, 1997). A su vez, de acuerdo a cada grupo faunístico como se destaca más adelante, el proyecto recibe la influencia de diversas provincias, determinadas por el ambiente donde se desarrollan y por la composición de especies resultante.

De manera regional, en Sonora se tienen registradas 149 especies de mamíferos, que corresponden al 33% nacional; 484 de aves, que representan el 47%; 37 especies de anfibios, que representan el 13% de las especies presentes en México y 135 de reptiles, que corresponden al 19% del inventario nacional según Ramammoorthy (1993). La Ampliación minera La India queda inmersa de este panorama de diversidad.

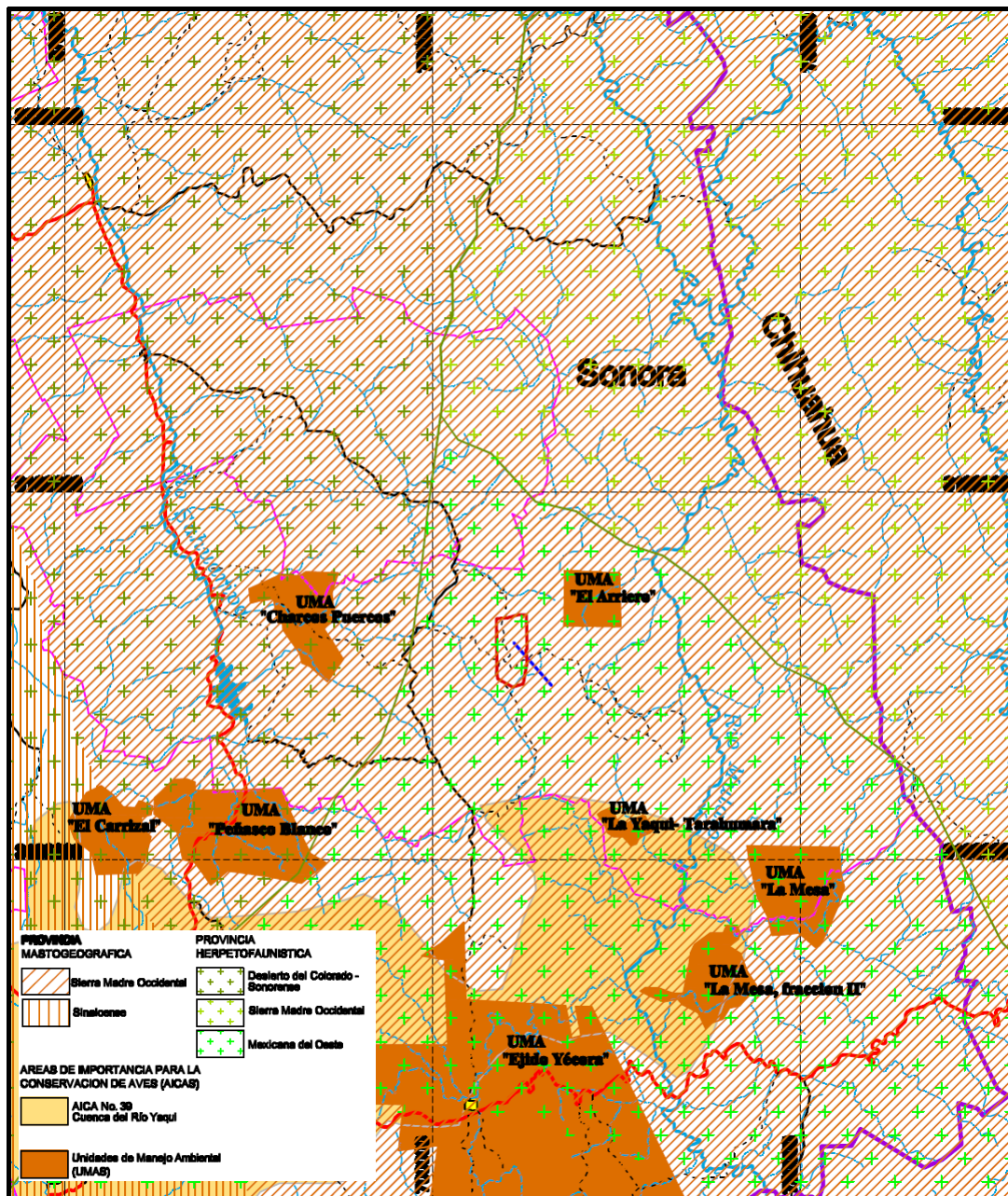


Figura IV.47 Regionalización faunística de Ampliación minera La India

El proyecto se ubica mayormente en un ecosistema de bosque, con arreglos vegetativos de bosque de encino y de encino-pino, donde la fauna existente posee las características en hábito y funcionalidad para sobrevivir en este medio. A este nivel, el listado de la fauna silvestre con potencial ocurrencia en el área, se compone de 243 vertebrados, distribuidos de la siguiente manera: 46 especies de mamíferos, 129 aves, 36 reptiles, 12 anfibios y 20 peces. (Ver tabla IV.39). Visualmente, se han registrado en el sitio 72 especies (alrededor del 30% del inventario total), siendo más notorias el grupo de aves.

Son un total de 30 Órdenes taxonómicos, mayormente de aves (Passeriformes). Este inventario se agrupa en 86 familias taxonómicas, siendo la más numerosa en aves, quien contiene la mitad de este taxón. El 16.7% del inventario de fauna, se ubica en alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y el 4.9% de las especies están bajo la regulación de CITES. La figura IV.48, muestra las proporciones por grupo taxonómico del universo de fauna vertebrada para el proyecto minero.

Tabla IV.39 Arreglo de las especies faunísticas registradas en la Ampliación minera La India

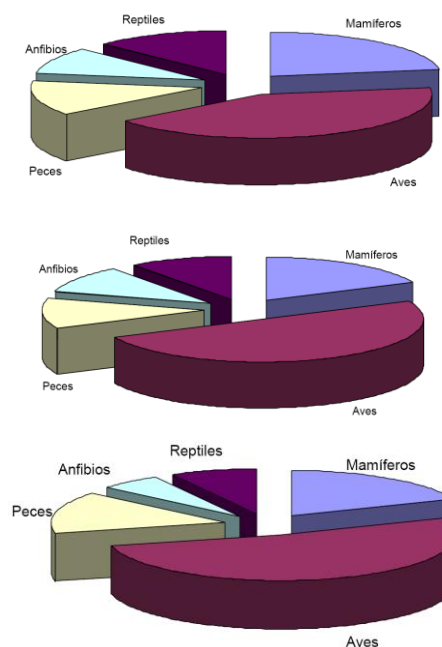
Grupo taxonómico vertebrado	Orden taxonómico (No.)	Familias taxonómicas (No.)	Especies (No.)	Especies vistas en el proyecto minero (No.)	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (No.)	Categoría CITES
Mamíferos	7	16	46	16	7	3
Aves	13	44	129	36	13	8
Reptiles	4	10	36	10	11	1
Anfibios	2	7	12	7	2	
Peces	4	9	20	3	8	
	30	86	243	72	41	12

Figura IV.48 Proporción de fauna distribuida por grupos taxonómicos dentro de Ampliación minera La India.

Grupo taxonómico vertebrado	Proporción de Orden taxonómico (%)
Mamíferos	23.3
Aves	43.3
Reptiles	13.3
Anfibios	6.7
Peces	13.3

Grupo taxonómico vertebrado	Proporción de Familias taxonómicas (%)
Mamíferos	18.6
Aves	51.2
Reptiles	11.6
Anfibios	8.1
Peces	10.5

Grupo taxonómico vertebrado	Proporción de especies (%)
Mamíferos	18.9
Aves	53.1
Reptiles	14.8
Anfibios	4.9
Peces	8.2



Composición faunística

Mamíferos

A nivel nacional, la fauna de mamíferos sobresale por su riqueza y el elevado número de especies endémicas. Sin contar las especies marinas, habitan cerca de 450 especies, de las cuales más del 30% son exclusivas del país (Rodríguez & Arita, 2003). En particular la nación se desglosa en 20 provincias mastofaunísticas agrupadas en dos regiones (Neártica y Neotropical) registrando la presencia o ausencia de cada una de las 449 especies de mamíferos conocidas desde 1758 hasta 1988.

Dentro de esta regionalización, el área de estudio de Ampliación minera La India pertenece a la Provincia mastogeográfica llamada Sierra Madre Occidental (Ramírez-Pulido, y Castro-Campillo, 1990), la cual posee con gran influencia de las provincias Sonorense y Sinaloense, por colindar de manera inmediata. En particular, el área de estudio recibe mayor influencia de la Provincia Sinaloense debido a que sus límites se ubican cercanos a los 35 km al Oeste de Ampliación minera La India.

En este proyecto, existe un registro de 46 especies de mamíferos de los cuales se ha visto directamente al 35% de ellos; se encuentran agrupados en 7 Ordenes taxonómico donde dominan los Chiroptera (murciélagos) con el 45.2% de su inventario, seguido por Carnivora (cánidos) con el 26.5% del total de mamíferos y Rodentia (roedores) con el 15% del inventario.

Este grupo posee 16 Familias taxonómicas donde los grupos dominantes son Vespertilionidae (murciélagos) con 13 especies, seguida de Molossidae (más murciélagos) y Muridae (ratones) con cuatro especies cada una.

Dada la alta incidencia de murciélagos distribuidos en la Ampliación minera La India, que sugiere la condición de pristinidad de la región, señalando además que una especie de este grupo se encuentra regulada por la NOM-059-SEMARNAT-2010, se realizó la revisión primeramente planimétrica de los espacios físicos donde potencialmente existieran colonias, quedando inicialmente la revisión en dos áreas: sobre la zona cerril cercana al Arroyo La Cieneguita y en la zona de la Amargosa. La primera de ellas fue descartada porque en los recorridos a pie, no existió cueva, hondonada o refugio que diera indicio de colonias.

Orden	Familias	Número de especies
Artiodactyla	Tayassuidae	1
	Cervidae	1
Carnivora	Canidae	2
	Felidae	3
	Mephitidae	3
	Mustelidae	1
	Procyonidae	3
Chiroptera	Molossidae	4
	Mormoopidae	1
	Phyllostomidae	3
	Vespertilionidae	13
Didelphimorphia	Didelphidae	1
Insectivora	Soricidae	1
Lagomorpha	Heteromyidae	1
	Leporidae	2
	Muridae	4
	Sciuridae	2

Figura IV.49 Arreglo de mamíferos dentro de Ampliación minera La India.

Se centró entonces la búsqueda sobre la zona del Arroyo la Amargosa, marcando seis sitios que se señalan en la metodología (ver figura IV.46). Se visitó cada uno de estos sitios, ingresando a ellos en la búsqueda de poblaciones de murciélagos, no encontrándose evidencia de la presencia de colonias. Podría suponerse que en otro periodo de muestreo quizás existan colonias en estas áreas, porque el hábito del grupo indica que las colonias pueden desplazarse toda vez que hibernan y que su alimentación es frugívora y son polinizadores, pero no existe rastro de excretas en estas áreas que sugiera la temporalidad de uso.

En consecuencia, el grupo de trabajo del presente rubro encontró que la región minera abandonada la Chipriona (localizada al Norte, a escaso 1 km fuera del proyecto minero) ofrece mejores condiciones de hábitat para las colonias de murciélagos, toda vez que la variable antropogénica no está presente. Además, está documentado que la región del Valle de Tacupeto, localizado a las orillas del río Sahuaripa a poco más de 27 km al noroeste de Ampliación minera La India, posee cuevas con colonias viables de murciélagos a un costado de la ciénega⁹, que son a su vez, un atractivo regional. Entonces las poblaciones de murciélago tienen distribución espacial sobre la Ampliación minera La India, sin que exista evidencia que permanezca en el sitio.

Existen ocho especies bajo alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Seis especies en categoría de Amenazadas (A), siendo cuatro con distribución no endémica y dos especies endémicas; 1 especie en Protección especial (Pr) de distribución endémica y una especie más en Peligro de extinción (P) no endémica. Además 3 especies están en alguna categoría de protección de los Apéndices de CITES de acuerdo a la tabla IV.40.

⁹ http://es.wikipedia.org/wiki/Valle_de_Tacupeto

Tabla IV.40 Inventario de mamíferos en el proyecto La India

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Evidencia ¹	NOM-059-SEMARNAT-2001 ²	CITES ³	Uso ⁴
Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Tayassu tajacu</i>	Pecarí de Collar	HL			C
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado de Cola Blanca	OD			C
Carnivora	Felidae	<i>Puma concolor</i>	Puma	HL		II	C
Carnivora	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	HL			C
Carnivora	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra Gris	HL			C
Carnivora	Felidae	<i>Lynx rufus</i>	Gato montés	HL		I	C
Carnivora	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote		P, NE	I	C
Carnivora	Mustelidae	<i>Taxidea taxus</i>	Tejón	HL	A, NE		
Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Coatí Norteño	HL			
Carnivora	Mephitidae	<i>Mephitis mephitis</i>	Zorrillo Listado del Norte	HL			
Carnivora	Mephitidae	<i>Spilogale gracilis</i>	Zorrillo Manchado de Occidente	OD			
					A, NE (las subespecies insulicola o saxicola)		
Carnivora	Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle Norteño				
Carnivora	Mephitidae	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo Listado del Sur				
Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache Común				
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis californicus</i>	Miotis Californiano	OD			
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Choeronycteris mexicana</i>	Murciélago Trompudo Mexicano		A, NE		
Chiroptera	Molossidae	<i>Eumops perotis</i>	Murciélago con Bonete Mayor del Oeste				
Chiroptera	Molossidae	<i>Nyctinomops femorosaccus</i>	Murciélago Cola Suelta de Bolsa				
Chiroptera	Molossidae	<i>Nyctinomops macrotis</i>	Murciélago con Cola Suelta Mayor				
Chiroptera	Molossidae	<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago Cola Suelta Brasileño				
Chiroptera	Mormoopidae	<i>Mormoops megalophylla</i>	Murciélago Barba Arrugada Norteño				
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Leptonycteris curasoae</i>	Murciélago Hociado de Curazao				
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Macrotus californicus</i>	Murciélago Orejón Californiano				
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Antrozous pallidus</i>	Murciélago Desértico Norteño				
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Corynorhinus townsendii</i>	Murciélago Orejón de Townsend				
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Eptesicus fuscus</i>	Murciélago Moreno Norteamericano				
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Idionycteris phyllotis</i>	Murciélago Mula de Allen				
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Lasiurus blossevillii</i>	Murciélago Cola Peluda de Blossevilli				
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Lasiurus ega</i>	Murciélago Cola Peluda Amarillo				
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis auriculus</i>	Miotis Suroccidental				
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis ciliolabrum</i>	Miotis de Patas Cortas del Oeste				
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis velifer</i>	Miotis Mexicano				
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis volans</i>	Miotis Pata Larga				
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis yumanensis</i>	Miotis de Yuma				
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Pipistrellus hesperus</i>	Pipistrello del Oeste Americano				
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache Norteño	HL			
					A, NE (la subespecie crawfordi y evotis)		
Soricomorpha	Soricidae	<i>Notiosorex crawfordi</i>	Musaraña Desértica Norteaña		Pr, E (la subespecie sheldoni)		C
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus californicus</i>	Liebre Cola Negra	HL			
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo Serrano	HL			C
Rodentia	Sciuridae	<i>Tamias dorsalis</i>	Ardilla Rayada de Barranca	HL			
Rodentia	Sciuridae	<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardillón de Roca	OD			
					A, E (la subespecie mitchelli)		
Rodentia	Heteromyidae	<i>Dipodomys merriami</i>	Rata Canguro de Merriam				
					A, E (la subespecie seri)		
Rodentia	Muridae	<i>Neotoma albigula</i>	Rata Cambalachera Garganta Blanca				
Rodentia	Muridae	<i>Neotoma mexicana</i>	Rata Cambalachera Mexicana				
Rodentia	Muridae	<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	Ratón Cosechero Leonado				
Rodentia	Muridae	<i>Sigmodon arizonae</i>	Rata Algodonera de Arizona				

¹. Evidencia en sitio: HL: Habitantes locales, OD: Observación directa

². Estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2001. / A = Amenazado, Pr = Protección especial, P = Peligro de Extinción / distribución E = Endémico, NE = No endémico

³. Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) (Vigente a partir del 1 de julio de 2008)

⁴. Uso: C=Cinegético

Aves

Aún cuando fue destacada la presencia de siete Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICA) en la Cuenca del Río Yaqui, la Ampliación minera La India se encuentra totalmente fuera de alguna de ellas. El AICA más cercano al proyecto es la No. 39 denominada Cuenca del Río Yaqui (CIPAMEX-CONABIO, 1999) ubicándose a más de 9 km al Sur del proyecto minero. La determinación de dicha AICA se fundamenta en las poblaciones de aves que ocurren de manera natural en ellos y la importancia de conservar la existencia del hábitat. A lo largo del delta del Yaqui la zona de barrancas tropicales y subtropicales, los Bosques de Encinos y de Coníferas, y las zonas desérticas y riparias crean un buen complejo de condiciones creando el ambiente propicio para albergar avifauna diferente. Además se trata de un corredor entre ambientes y altitudes.

El inventario de avifauna es el más abundante del grupo faunístico (vertebrado) en la Ampliación minera La India, compuesto de 129 especies, pudiéndose observar en el sitio el 28% del inventario durante el periodo de muestreo. Lo anterior debido a que este inventario incluye las especies residentes (alrededor del 75% del total) y migratorias, siendo 21 especies (16.4%) de invierno y once especies (8.6% del inventario) quienes seleccionan el lugar para llevar a cabo la reproducción y crianza.

Este grupo se compone de 13 Ordenes taxonómicos, donde los Paseriformes (gorriones y mosqueros) dominan ampliamente en número de especies con 82 (63.5%) del inventario de aves e inclusive cubre el 33% de la fauna vertebrada del proyecto minero. Le siguen los Orden de Piciformes (pájaros carpinteros) y Anseriformes (patos y cercetas) con nueve especies de aves cada uno (6.9% del grupo cada uno).

Se agrupan dentro de 44 familias taxonómicas, siendo las dominantes Emberizidae (gorriones) con 19 especies (14.7% del inventario), seguida de Icteridae (calandrias) con 10 especies (7.7% del total), Anatidae (patos y cercetas) y Picidae (carpinteros) con nueve especies cada una (aportando individualmente 6.9% del total).

Existe un acumulado de 31 especies bajo alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010. 17 especies en categoría de Protección especial (Pr) siete de distribución no endémica y diez endémicas; además, seis Amenazada (A), 5 especies Extintas del medio natural (Ex) y cuatro en Peligro (P) de extinción. La sumatoria de este grupo es superior a las 31 especies porque se está considerando varias subespecies). Además ocho especies están en alguna categoría de los Apéndices de CITES.

Orden	Familia	Número de especies
Anseriformes	Anatidae	9
Apodiformes	Apodidae	1
	Trochilidae	3
Charadriiformes	Charadriidae	1
	Scolopacidae	3
Ciconiiformes	Ardeidae	2
	Falconidae	1
Columbiformes	Columbidae	2
Coraciiformes	Alcedinidae	1
Cuculiformes	Cuculidae	1
Falconiformes	Accipitridae	4
	Cathartidae	2
Galliformes	Odontophoridae	1
	Phasianidae	1
	Aegithalidae	1
	Alaudidae	1
	Bombycillidae	1
	Cardinalidae	4
	Certhiidae	1
	Corvidae	5
	Emberizidae	19
	Fringillidae	3
	Hirundinidae	1
	Icteridae	10
	Laniidae	1
	Mimidae	4
	Motacillidae	2
	Paridae	1
	Parulidae	2
	Passeridae	1
	Polioptilidae	1
	Ptilonotidae	1
	Regulidae	2
	Remizidae	1
	Sittidae	2
	Sturnidae	1
	Thraupidae	2
	Troglodytidae	5
	Turdidae	3
	Tyrannidae	7
Piciformes	Picidae	9
Strigiformes	Strigidae	4
	Tytonidae	1
Trogoniformes	Trogonidae	1

Figura IV.50 Arreglo de aves dentro de Ampliación minera La India.

Tabla IV.41 Inventario de aves en el proyecto La India

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059- SEMARNAT-2001 ²	CITES ³	HABITO	Evidencia ¹
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas platyrhynchos</i>	Pato de Collar o Pato Cabeza Verde (Pato Mexicano)	A, E		Residente	HL
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas acuta</i>	Pato Golondrino			Residente	
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas americana</i>	Pato Americano o Pato Chalcuán			Residente	
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas crecca</i>	Cerceta Ala Verde			Residente	
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas cyanoptera</i>	Cerceta Canela			Crianza	
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas discors</i>				Invierno	
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas dypeata</i>				Residente	
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas strepera</i>				Residente	
Anseriformes	Anatidae	<i>Aythya collaris</i>	Pato Pico Anillado			Residente	
Apodiformes	Apodidae	<i>Aeronautas saxatilis</i>	Vencejo Garganta Blanca			Residente	
Apodiformes	Trochilidae	<i>Cyananthus latirostris</i>	Colibrí (Chuparrosa) Pico Ancho	Pr,E(la subespecie <i>lawrencei</i>)	II	Residente	OD
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia violiceps</i>	Colibrí (Chuparrosa) Corona Violeta		II	Crianza	
Apodiformes	Trochilidae	<i>Calypte anna</i>	Colibrí (Chuparrosa) de Ana		II	Invierno	
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Tildio o Chorlito Tildio			Residente	
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Actitis macularia</i>	Playero Alzacolita			Residente	
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Gallinago gallinago</i>	Agachona de Wilson			Residente	
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa melanoleuca</i>	Patamarilla Mayor			Residente	
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garza Morena	Pr,E(la subespecie <i>santilucae</i>)		Residente	HL
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Butorides virescens</i>	Garza Verde			Residente	
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Halcón Cernícalo o Cernícalo Americano			Residente	HL
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba inca</i>	Tortolita Cola Larga			Residente	HL
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba fasciata</i>		Pr,E(la subespecie <i>vioscae</i>)		Residente	
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Ceryle alcyon</i>	Martín Pescador Norteño			Residente	
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos Norteño			Residente	HL
Falconiformes	Accipitridae	<i>Accipiter gentilis</i>	Gavilán	A, NE		Residente	HL
Falconiformes	Accipitridae	<i>Accipiter cooperi</i>	Gavilán de cooper	Pr, NE	II	Residente	
Falconiformes	Accipitridae	<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán Pajaroero o Gavilán pecho Rufo	Pr, NE	II	Residente	
Falconiformes	Accipitridae	<i>Aquila chrysaetos</i>	Águila Real o Águila Dorada	A, NE	II	Residente	
Falconiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura			Residente	HL
Falconiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Negro			Residente	OD
Galliformes	Odontophoridae	<i>Cyrtonyx montezumae</i>	Codorniz Moctezuma o Codorniz Arlequin	Pr, NE (la subespecie <i>sallaei</i>)		Residente	OD
Galliformes	Phasianidae	<i>Meleagris gallopavo</i>	Guajolote norteño	Pr, NE		Residente	OD
Passeriformes	Aegithalidae	<i>Psaltirparus minimus</i>	Sastrecillo	Pr, E		Residente	OD
Passeriformes	Alaudidae	<i>Eremophila alpestris</i>	Alondra Cornuda			Residente	
Passeriformes	Bombycillidae	<i>Bombycilla cedrorum</i>	Ampelis Chinito o Chinito			Residente	
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal	Pr,E(la subespecie <i>mariae</i>)		Residente	HL
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Cardinalis sinuatus</i>	Cardenal Gris o Zaino			Residente	
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina versicolor</i>	Colorín Morado			Crianza	
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Pico Gordo Tigrillo			Crianza	
Passeriformes	Certhidae	<i>Certhia americana</i>	Trepador americano			Residente	OD
Passeriformes	Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo Común			Residente	HL
Passeriformes	Corvidae	<i>Aphelocoma ultramarina</i>	Urraca Mexicana o Chara Pecho Gris [Chuíñ]			Residente	OD
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocitta stelleri</i>				Residente	OD
Passeriformes	Corvidae	<i>Aphelocoma californica</i>				Residente	
Passeriformes	Corvidae	<i>Corvus cryptoleucus</i>	Cuervo Chihuahuense			Residente	
Passeriformes	Emberizidae	<i>Spizella breweri</i>	Gorrion de Brewer			Residente	OD
Passeriformes	Emberizidae	<i>Aimophila cassini</i>	Gorrion Zacatonero de Cassin			Invierno	
Passeriformes	Emberizidae	<i>Aimophila ruficeps</i>	Gorrion Zacatonero Bigotudo Corona Rufa	E,E(la subespecie <i>sanctorum</i>)		Residente	
Passeriformes	Emberizidae	<i>Ammodramus bairdii</i>	Gorrion de Baird			Invierno	

Tabla IV.41 Inventario de aves (Cont...)

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059- SEMARNAT-2001 ²	CITES ³	HABITO	Evidencia ¹
Passeriformes	Emberizidae	<i>Ammodramus savanna</i>	Gorrion Chapulín			Invierno	
Passeriformes	Emberizidae	<i>Amphispiza bilineata</i>	Gorrion Garganta Negra			Residente	
Passeriformes	Emberizidae	<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrion Arlequín			Residente	
Passeriformes	Emberizidae	<i>Junco hyemalis</i>	Gorrion Junco Ojo Oscuro	P, E (la subespecie insularis)		Invierno	
Passeriformes	Emberizidae	<i>Melospiza georgiana</i>				Invierno	
Passeriformes	Emberizidae	<i>Melospiza lincolni</i>	Gorrion de Lincoln			Residente	
Passeriformes	Emberizidae	<i>Melospiza melodia</i>	Gorrion Cantor	P, E (la subespecie coronatorum)		Crianza	
Passeriformes	Emberizidae	<i>Passerculus sandwichensis</i>	Gorrion Savanero	A, NE, Pr E y A, E (las subespecies beldingi, rostratus y sanctorum)		Invierno	
Passeriformes	Emberizidae	<i>Pipilo chlorurus</i>	Rascador Cola Verde			Residente	
Passeriformes	Emberizidae	<i>Pipilo crissalis</i>				Residente	
Passeriformes	Emberizidae	<i>Pipilo maculatus</i>	Rascador Pinto o Togúí Pinto			Residente	
Passeriformes	Emberizidae	<i>Poocetes gramineus</i>	Gorrion Cola Blanca			Residente	
Passeriformes	Emberizidae	<i>Spizella pallida</i>	Gorrion Pálido			Residente	
Passeriformes	Emberizidae	<i>Spizella passerina</i>	Gorrion Ceja Blanca			Residente	
Passeriformes	Emberizidae	<i>Zonotrichia leucophrys</i>	Gorrion Corona Blanca			Invierno	
Passeriformes	Fringillidae	<i>Carpodacus mexicanus</i>	Petirrojo Mexicano	Ex, E (la subespecie mcgregori)		Residente	OD
Passeriformes	Fringillidae	<i>Carduelis pinus</i>	Jilguero Pinero	Pr, E (la subespecie perplexus)		Crianza	
Passeriformes	Fringillidae	<i>Carduelis psaltria</i>	Jilguero Dominicó			Residente	
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Tachycineta thalassina</i>	Golondrina Verdemar			Residente	
Passeriformes	Icteridae	<i>Euphagus cyanocephalus</i>	Chanate Ojo Amarillo			Invierno	HL
Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Chanate Cola Grande o Chanate Mexicano			Residente	HL
Passeriformes	Icteridae	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Sargento o Tordo Sargento			Crianza	
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	(Oriol) Calandria Encapuchada			Crianza	
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus bullockii</i>	(Oriol) Calandria de Bullock			Invierno	
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus parisorum</i>	(Oriol) Calandria de Scott o Calandria Tunera			Residente	
Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus ater</i>	Chanate Cabeza Café			Residente	
Passeriformes	Icteridae	<i>Sturnella magna</i>	Pradero Tortilla Con Chile			Residente	
Passeriformes	Icteridae	<i>Sturnella neglecta</i>	Pradero Occidental			Residente	
Passeriformes	Icteridae	<i>Xanthocephalus xanthocephalus</i>	Chanate Pecho Amarillo			Invierno	
Passeriformes	Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudón Verdugo			Residente	
Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle Norteño [Chonte]			Residente	HL
Passeriformes	Mimidae	<i>Toxostoma crissale</i>				Residente	
Passeriformes	Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche Pico Curvo			Residente	
Passeriformes	Mimidae	<i>Toxostoma redivivum</i>				Residente	
Passeriformes	Motacillidae	<i>Anthus rubescens</i>				Residente	
Passeriformes	Motacillidae	<i>Anthus spragueii</i>				Invierno	
Passeriformes	Paridae	<i>Baeolophus wollweberi</i>	Carbonero Embridado			Invierno	OD
Passeriformes	Parulidae	<i>Myioborus pictus</i>	Chipe ala blanca			Residente	OD
Passeriformes	Parulidae	<i>Vermivora ruficapilla</i>	Chipe de Nashville			Residente	
Passeriformes	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrion Doméstico			Residente	
Passeriformes	Poliophtidae	<i>Poliophtila caerulea</i>	Perlita Azul Gris			Crianza	
Passeriformes	Ptilonotidae	<i>Phainopepla nitens</i>	Cardenal Negro			Residente	
Passeriformes	Regulidae	<i>Regulus calendula</i>	Reyezuelo Corona Rubí	P, E (la subespecie obscurus)		Invierno	OD
Passeriformes	Regulidae	<i>Regulus satrapa</i>				Invierno	
Passeriformes	Remizidae	<i>Auriparus flaviceps</i>	Verdín o Baloncito			Residente	
Passeriformes	Sittidae	<i>Sitta carolinensis</i>	Sita Pecho Blanco	Pr, E (la subespecie lagunae)		Residente	OD
Passeriformes	Sittidae	<i>Sitta pygmaea</i>				Residente	
Passeriformes	Sturnidae	<i>Sturnus vulgaris</i>	Estornino Europeo o Estornino Pinto			Invierno	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Piranga flava</i>	Tángara Encinera			Crianza	OD
Passeriformes	Thraupidae	<i>Piranga rubra</i>	Tángara Roja			Crianza	
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca del Desierto o Pájaro Choya			Residente	

Tabla IV.41 Inventario de aves (Cont.....)

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059- SEMARNAT-2001 ²	CITES ³	HABITO	Evidencia ¹
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Catherpes mexicanus</i>	Barranqueño Mexicano			Residente	
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Salpinctes obsoletus</i>	Saltapared Roquero o Chivirín Saltaroca	Ex, E (la subespecie exsul)		Residente	
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Thryomanes bewickii</i>	Saltapared de Bewick's o Chivirín Cola Oscura [Leñero]	E,E(la subespecie brevicauda)		Residente	
	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Chivirín Saltapared	Pr,E(la subespecie bean i)		Residente	
Passeriformes	Turdidae	<i>Sialia sialis</i>	Azulejo Oriental o Azulejo Garganta Canela			Invierno	OD
Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus guttatus</i>	Mirlo Ermitaño			Invierno	
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus migratorius</i>	Mirlo Primavera o Robin Americano	Pr, E (la subespecie confinis)		Residente	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax occidentalis</i>	Mosquero Barranqueño			Residente	OD
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus cinerascens</i>	Mosquero Cenizo			Invierno	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Cardenalito Mosquero			Residente	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Sayornis nigricans</i>	Mosquero Negro			Residente	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Sayornis saya</i>	Mosquero Llanero			Residente	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano Pico Grueso o Pecho Amarillo Pico Grueso			Residente	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano de Cassin o Tirano Gritón o Pecho Amarillo Cassin			Residente	
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes uropygialis</i>	Carpintero de Gila o Carpintero Desértico			Residente	HL
Piciformes	Picidae	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero Mexicano			Residente	HL
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero Bellotero	Pr, E (la subespecie angustifrons)		Residente	OD
Piciformes	Picidae	<i>Picoides stricklandi</i>	Carpintero volcánico	Pr,NE		Residente	OD
Piciformes	Picidae	<i>Colaptes auratus</i>	Carpintero Ala Roja	E,E(la subespecie refipileus)		Residente	
Piciformes	Picidae	<i>Colaptes chrysoides</i>	Carpintero Ala Amarilla			Invierno	
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes lewis</i>	Carpintero de Lewis			Residente	
Piciformes	Picidae	<i>Sphyrapicus thyroideus</i>				Residente	
Piciformes	Picidae	<i>Sphyrapicus nuchalis</i>	Chupasavia Nuca Roja			Residente	
Strigiformes	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Búho Cornudo	A,E(la subespecie mayensis)	II	Residente	HL
Strigiformes	Strigidae	<i>Asio flammeus</i>		Pr,NE		Residente	
Strigiformes	Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>		P,E(la subespecie rostrata)		Residente	
Strigiformes	Strigidae	<i>Otus asio</i>		Pr,NE		Residente	
Strigiformes	Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza de Campanario		II	Residente	HL
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon elegans</i>	Trogon elegante			Residente	OD

¹. Evidencia en sitio: HL: Habitantes locales, OD: Observación directa

². Estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2001. / A = Amenazado, Pr = Protección especial, P = Peligro de Extinción / distribución E = Endémico, NE = No endémico

³. Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) (Vigente a partir del 1 de julio de 2008)

Reptiles

Existen provincias herpetofaunísticas a nivel nacional que no poseen un sistema jerárquico y sólo divide al territorio mexicano en 15 provincias bióticas, basado en la presencia de reptiles y anfibios con requerimientos similares. La Ampliación minera La India pertenece a la Provincia Herpetofaunística llamada Mexicana del Oeste (Casas-Andreu & Reyna-Trujillo, 1990), donde los elementos de este grupo tienen amplia distribución por toda la región serrana y se encuentra plenamente influenciada por las regiones del Desierto del Colorado-Sonorense donde sus límites se ubican a poco más de 6.5 Km al Oeste del proyecto minero y la provincia Sierra Madre Occidental, la cual se ubica cercano a los 15 km de la porción Oeste del proyecto minero. Esta condición se refleja en una variedad de especies, que por una parte, tienen altos requerimientos de humedad, y por otro, hay elementos xéricos que pueden desarrollarse en la región.

Lo anterior es coincidente con Lemos Espinal (2006), quien indica que la riqueza de anfibios y reptiles que se presentan en esta región es el resultado de la combinación de ambientes templados y tropicales que se da en la vertiente del Pacífico de la Sierra Madre Occidental. Este sistema montañoso, es una barrera natural que impide el flujo de especies de ambientes desérticos del estado de Chihuahua. La densidad de la población humana en esta región es baja, gracias a esto las poblaciones de anfibios y reptiles que ahí se desarrollan se encuentran, en la mayoría de los casos, en buen estado.

En general se puede decir que la región Este/Noreste del estado de Sonora presenta una riqueza específica alta de anfibios y reptiles representada principalmente por especies de afinidades templadas y tropicales, y que las poblaciones de estas dos clases de vertebrados terrestres que ahí se desarrollan están en buenas condiciones, no existe una degradación ambiental alta y las poblaciones humanas son poco densas (Lemos Espinal, 2006).

Se trata de 36 especies registradas para el área de estudio (de las cuales 10 fueron vistas directamente en sitio), agrupadas en 4 Ordenes taxonómicos de los cuales Squamata (serpientes, culebras, iguanas y lagartijas) posee más del 50% del inventario, Posteriormente se agrupan en 10 familias taxonómicas donde dominan las Familias Colubridae (culebras) con 14 especies (38% del total), seguida de Phrynosomatidae (lagartijas) y Viperidae (víboras) con 6 especies cada una.

Orden	Familia	Número de especies
Sauria	Crotaphytidae	2
	Phrynosomatidae	6
	Scincidae	3
	Teiidae	1
Serpentes	Colubridae	14
	Elapidae	1
	Viperidae	6
Squamata	Anguidae	1
Testudines	Kinosternidae	1
	Emydidae	1

Figura. IV.51 Arreglo de reptiles dentro de Ampliación minera La India.

Existen del inventario total 16 especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, siendo 3 en categoría de Amenazada (A) y 13 en Protección especial (Pr). Sólo una especie está regulada bajo el criterio de CITES según se muestra en la siguiente tabla:

Tabla IV.42 Inventario de reptiles en el proyecto La India

Orden	Familia	Especie	Nombre comun	Evidencia ¹	NOM-059-SEMARNAT-2001 ²	CITES ³
Squamata	Crotaphytidae	<i>Crotaphytus collaris</i>	Lagarto de collar comun		A, NE	
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Urosaurus ornatus</i>	Lagartija-arbolera común			
Squamata	Scincidae	<i>Eumeces parviauriculatus</i>	Eslizón pigmeo norteño		Pr,E	
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Holbrookia maculata</i>	Lagartija	OD		
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus clarki</i>	Lagarto espinoso	OD		
Squamata	Crotaphytidae	<i>Crotaphytus nebrius</i>	Lagarto			
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus poinsettii</i>	Lagartija espinosa			
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus scalaris</i>				
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus virgatus</i>				
Squamata	Scincidae	<i>Eumeces callicephalus</i>	Sincidio			
Squamata	Scincidae	<i>Eumeces tetragrammus</i>				
Squamata	Teiidae	<i>Cnemidophorus exsanguis</i>				
Squamata	Colubridae	<i>Thamnophis cyrtopsis</i>	Sepiente de liga	OD	A,NE	
Squamata	Colubridae	<i>Lampropeltis getula</i>	Culebra real comun		A,NE	
Squamata	Viperidae	<i>Crotalus atrox</i>	Cascabel adiamantada del Oeste	OD	Pr, NE	
Squamata	Viperidae	<i>Crotalus scutulatus</i>	Cascabel de Mojave	OD	Pr, NE	
Squamata	Colubridae	<i>Hypsiglena torquata</i>	Culebra		Pr, NE	
Squamata	Viperidae	<i>Crotalus lepidus</i>	Víbora de cascabel		Pr, NE	
					Pr,NE (subespecie vilkinsoni)	
Squamata	Colubridae	<i>Trimorphodon biscutatus</i>	Culebra lira cabeza negra			
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma modestum</i>	Lagarto cornudo de cola corta	OD		
Squamata	Elapidae	<i>Micrurus distans</i>	Coral mexicana	OD	Pr,E	
Squamata	Viperidae	<i>Crotalus willardi</i>	Cascabel de Willard	OD	Pr,NE	
Squamata	Colubridae	<i>Masticophis bilineatus</i>	Serpiente de látigo			
Squamata	Colubridae	<i>Oxybelis aeneus</i>				
Squamata	Colubridae	<i>Pituophis melanoleucus</i>	Alicate			
Squamata	Colubridae	<i>Pituophis sayi</i>				
Squamata	Colubridae	<i>Salvadora hexalepis</i>	Culebra-parchada de cabestrillo			
Squamata	Colubridae	<i>Senticolis triaspis</i>	Serpiente verde			
Squamata	Colubridae	<i>Tantilla wilcoxi</i>	Culebra encapuchada chihuahuense			
Squamata	Colubridae	<i>Tantilla yaquia</i>	culebra encapuchada yaqui			
Squamata	Colubridae	<i>Thamnophis rufipunctatus</i>	Pichecuete			
Squamata	Viperidae	<i>Crotalus molossus</i>	Víbora de cascabel		Pr,NE	
Squamata	Viperidae	<i>Crotalus pricei</i>	Víbora de cascabel		Pr,NE	
Squamata	Anguidae	<i>Elgaria kingi</i>	Lagarto madrense	OD	Pr,NE	
Testudines	Emydidae	<i>Terrapene ornata</i>	Tortuga adornada de caja	OD	Pr, NE	II
Testudines	Kinosternidae	<i>Kinosternon sonoriense</i>	Tortuga de la cienega de sonora			

¹. Evidencia en sitio: HL: Habitantes locales, OD: Observación directa

². Estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2001. / A = Amenazado, Pr = Protección especial, P = Peligro de Extinción / distribución E = Endémico, NE = No endémico

³. Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) (Vigente a partir del 1 de julio de 2008).

Anfibios

El grupo de anfibios dentro de Ampliación minera La India recibe la misma influencia del grupo de reptiles señaladas anteriormente, debido a la convergencia de provincias herpetofaunísticas en la región en estudio.

Lo anterior repercute en una distribución espacial de 12 anfibios de los cuales la mitad está plenamente verificada en sitio.

Las especies de este grupo pertenecen a 2 Orden taxonómico, siendo Anura (ranas y sapos) el más numerosos con el 90% del inventario. Los anfibios están dentro de 7 familias taxonómicas, siendo Bufonidae (sapos verdaderos) el más abundante del inventario, seguido de Hylidae (ranas)

Orden	Familia	Número de especies
Anura	Bufonidae	5
	Hylidae	2
	Leptodactylidae	1
	Microhylidae	1
	Pelobatidae	1
	Ranidae	1
Caudata	Ambystomatidae	1

Figura IV.52 Arreglo de anfibios dentro de Ampliación minera La India.

Dos de estas especies se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010, todas en estatus de Protección especial (Pr) y ninguna especie está citada en el Apéndice II de CITES.

Tabla IV.43 Inventario de anfibios en el proyecto La India

Orden	Familia	Especie	Nombre comun	Evidencia ¹	NOM-059-SEMARNAT-2001 ²	CITES ³
Anura	Bufonidae	<i>Bufo alvarius</i>	Sapo del desierto de Sonora	OD		
Anura	Bufonidae	<i>Bufo cognatus</i>	Sapo	OD		
Anura	Bufonidae	<i>Bufo mexicanus</i>	Sapo mexicano	OD		
Anura	Bufonidae	<i>Bufo occidentalis</i>	Sapo pinero	OD		
Anura	Hylidae	<i>Hyla arenicolor</i>	Rana	OD		
Anura	Ranidae	<i>Rana tarahumarae</i>	Rana	OD		
Anura	Microhylidae	<i>Gastrophryne olivacea</i>	Sapo, boca angosta olivácea		Pr, NE	
Anura	Bufonidae	<i>Bufo punctatus</i>	Sapo rojo moteado			
Anura	Hylidae	<i>Hyla eximia</i>	Rana arborícola			
Anura	Leptodactylidae	<i>Hylactophryne augusti</i>	Rana			
Anura	Pelobatidae	<i>Scaphiopus couchi</i>	Sapo pata de espada			
Caudata	Ambystomatidae	<i>Ambystoma rosaceum</i>	Salamadra tarahumara		Pr, E	

¹. Evidencia en sitio: HL: Habitantes locales, OD: Observación directa

². Estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2001. / A = Amenazado, Pr = Protección especial, P = Peligro de Extinción / distribución E = Endémico, NE = No endémico

³. Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) (Vigente a partir del 1 de julio de 2008)

Peces

La Ampliación minera La India queda dentro de los límites de la Región Hidrológica Prioritaria #16 Río Yaqui-Cascada Basaseachi. En consecuencia, debido a que los arroyos existentes dentro del proyecto alimentan los recursos hídricos que integran el Río Yaqui, fue importante obtener el registro de peces dulceacuícolas del lugar revisando a detalle registros del grupo, basando la presente caracterización en la revisión documental.

Se inventarió 20 peces dulceacuícolas en 4 Orden taxonómicos, donde Cypriniformes posee el 50% del grupo.

Son nueve Familias taxonómicas en el grupo, siendo Cyprinidae con el 35% del inventario. De las especies inventariadas solo tres tienen presencia en el sitio, específicamente hacia el sur en Arroyo Hondo, según referencias de habitantes locales.

Orden	Familia	Número de especies
Cypriniformes	Catostomidae	3
	Cyprinidae	7
Cyprinodontiformes	Hemiramphidae	1
	Poeciliidae	3
Perciformes	Centrarchidae	1
	Eleotridae	1
	Gobiesocidae	1
	Gobiidae	2
Synbranchiformes	Synbranchidae	1

Figura IV.53 Arreglo de peces dentro de Ampliación minera La India.

Además, este grupo posee nueve especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales siete están en estatus de Amenazada (A) y dos en Protección especial (Pr).

Tabla IV.44 Inventario de peces en el proyecto La India

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Evidencia ¹	NOM-059-SEMARNAT-2001 ²	CITES ³
Cypriniformes	Catostomidae	<i>Catostomus cahita</i>	Matalote cahita		A,E	
Cypriniformes	Catostomidae	<i>Catostomus plebeius</i>	Matalote		A,NE	
Cypriniformes	Cyprinidae	<i>Agosia chrysogaster</i>	Charalito aleta larga, pupa	HL	A,E	
Cypriniformes	Cyprinidae	<i>Cyprinella ornata</i>	Carpa adornada		A,E	
Cypriniformes	Cyprinidae	<i>Cyprinella formosa</i>	Carpa yaqui		A,NE	
Cypriniformes	Catostomidae	<i>Catostomus leopoldi</i>	Matalote		Pr,E	
Cypriniformes	Cyprinidae	<i>Gila robusta</i>	Carpita	HL	Pr,NE	
Cypriniformes	Cyprinidae	<i>Camptostoma ornatum</i>	Roda piedras mexicano			
Cypriniformes	Cyprinidae	<i>Gila eremica</i>				
Cypriniformes	Cyprinidae	<i>Pimephales promelas</i>	Carpita cabezona			
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poeciliopsis occidentalis</i>	Guatapote de sonora		A,NE	
Beloniformes	Hemiramphidae	<i>Hyporhamphus rosae</i>				
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia latipinna</i>	Topote de velo negro			
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poeciliopsis prolifica</i>	Guatapote	HL		
Perciformes	Centrarchidae	<i>Pomoxis nigromaculatus</i>	Robalo negro			
Perciformes	Eleotridae	<i>Gobiomorus maculatus</i>	Guavina			
Gobiesociformes	Gobiesocidae	<i>Gobiesox fluviatilis</i>	Cucharita de río		A,E	
Perciformes	Gobiidae	<i>Awaous banana</i>				
Perciformes	Eleotridae	<i>Eleotris picta</i>	Vaca de agua			
Synbranchiformes	Synbranchidae	<i>Ophisternon aenigmaticum</i>	Anguila			

¹. Evidencia en sitio: HL: Habitantes locales, OD: Observación directa

². Estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2001. / A = Amenazado, Pr = Protección especial, P = Peligro de Extinción / distribución E = Endémico, NE = No endémico

³. Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) (Vigente a partir del 1 de julio de 2008).

Especies en categoría de protección.

Como se indicó previamente, el 16.7% del inventario de fauna, se ubica en alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010. El grupo que más especies presenta especies en protección es el grupo de aves, seguida de reptiles y peces. Por grupo faunístico, son los peces quienes tienen la mayor proporción de especies enlistadas en la Norma, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla. IV.45 Fauna registrada en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Grupo taxonómico vertebrado	Especies (No.)	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (No.)	% NOM respecto universo de fauna	% NOM respecto a su grupo	% spp NOM respecto al total en NOM
Mamíferos	46	7	2.9	15.2	17.1
Aves	129	13	5.3	10.1	31.7
Reptiles	36	11	4.5	30.6	26.8
Anfibios	12	2	0.8	16.7	4.9
Peces	20	8	3.3	40.0	19.5
	243	41	16.7		

Los mamíferos presentan siete especies enlistadas en la Norma, de los cuales, cinco se encuentran en estatus de Amenazadas (A), una de ellas de distribución endémica y cuatro de tipo no endémico; una especie en Protección especial (Pr) endémico; y una especie más en Peligro de extinción, de distribución no endémica.

De las trece especies de aves protegidas, se cita la referencia en la NOM de 15 de ellas porque incluye varias subespecies de este grupo, de acuerdo al inventario de aves mostrado previamente. Así, seis especies se encuentran Amenazadas (A), dos endémicas y dos no endémicas; ocho especies en Protección especial (Pr), cinco endémicas y tres no endémicas; una especie en Peligro de extinción (P) endémica y dos posiblemente extintas del medio natural (Ex) de tipo endémicas. En este último caso el estatus Extinto ocurre a nivel de subespecie.

Los reptiles tienen 11 especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tres de ellas Amenazadas (A) no endémica; ocho en Protección especial (Pr), una endémica y siete no endémicas. Las dos especies de anfibios registrados están en Protección especial (Pr) de distribución no endémica. Finalmente, ocho peces están en la regulación de la NOM, seis de ellas Amenazadas (A), cuatro endémicas y dos no endémicas; y dos en estatus de Protección especial (Pr) una endémica y otra no endémica.

Tabla. IV.46 Detalle del estatus de protección de las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Grupo taxonómico vertebrado	A		Pr		P		Ex	
	E	NE	E	NE	E	NE	E	NE
Mamíferos	1	4	1			1		
Aves *	2	2	5	3	1		2	
Reptiles		3	1	7				
Anfibios				2				
Peces	4	2	1	1				

* La sumatoria de este grupo es superior a las 13 especies señaladas porque se está considerando varias subespecies.

Por otra parte, el 5% del inventario de fauna se encuentra bajo la regulación CITES. Se trata de dos especies en el Apéndice I y 10 de ellas en el Apéndice II, teniendo la mayor proporción de especies reguladas el grupo de aves, según se muestra en la siguiente tabla:

Tabla.IV.47 Registro de fauna bajo regulación CITES de Ampliación minera La India.

Grupo taxonómico vertebrado	Especies (No.)	Categoría CITES	Apéndices del CITES			% del total
			I	II	III	
Mamíferos	46	3	2	1		25.0
Aves	129	8		8		66.7
Reptiles	34	0		1		8.3
Anfibios	14	1		0		0.0
Peces	20	0		0		0.0
	243	12				

Uso de las especies.

Sólo para el grupo de mamíferos está evidenciado el uso de las especies, siendo éstas de valor cinegético en nueve especies. Lo anterior es coincidente a nivel regional, donde el proyecto se encuentra prácticamente rodeado por Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAS).

De acuerdo a la siguiente tabla, en un radio de 35 km al proyecto minero, existen siete UMAS, siendo la UMA El Arriero la unidad de manejo más cercana (a 3.2 km) al Este del proyecto minero, le sigue la UMA Yaqui-Tarahumara a 12.3 km al Sur del proyecto y la UMA charcos Puercos a 12.6 km al Oeste. En la tabla IV.6.11 se muestran las características y distancia de la UMA respecto al sitio de exploración.

Tabla.IV.48 Características y distancia de UMAS respecto al Ampliación minera La India.

Nombre de la UMA	Clave de registro SEMARNAT	Municipio	Distancia al Ampliación minera La India (km)
Charcos Puercos	SEMARNAT-UMA-EX-310-SON	Sahuaripa	12.6
El Arriero	DGVS-CR-EX-2295-SON	Sahuaripa	3.2
Peñasco Blanco	DGVS-CR-EX-1514-SON	Sahuaripa	21.6
El Carrizal	DGVS-CR-EX-1513-SON	Yécora	32.07
La Yaqui-Tarahumara	DGVS-CR-EX-2317-SON	Sahuaripa	12.3
Las Mesas	DFYFS-CR-EX-0739-SON	Yécora y Sahuaripa	22.4
Ejido Yecora	DFYFS-CR-EX-0715-SON	Yécora	20.04

Condiciones del hábitat

La ubicación de Ampliación minera La India que posee buenas condiciones en los componentes de hábitat (espacio físico, agua, refugio, sitios de crianza y alimento particularmente), a la par de encontrarse en ambiente débilmente modificado, lo que significa que presenta un alto valor de conservación en la región, comparativamente a las condiciones del resto del Estado.

Esto fue verificado en proporción de atributos naturales en sitio, haciendo la revisión de las ha que componen el proyecto minero, con pequeñas porciones en estado de perturbación, mayormente asociada a caminos, exploraciones y actividades productivas antecedentes. La superficie restante es terreno natural es mayormente bosque de encino y de encino pino, de acuerdo a lo señalado en el apartado de tipos de vegetación y flora.

Lo anterior hace posible que existan arreglos faunísticos que revelan de manera general que las cadenas tróficas están bien relacionados, donde los grupos dominantes dan indicio de relaciones poblacionales, entre ellas la de predador-presa.

IV.2.3 Paisaje

IV.2.3.1. Visibilidad

Como se ha manifestado en otras partes de este trabajo, el sitio de Ampliación minera La India se ubica en un terreno montañoso y accidentado, lo que hace que los lugares que se considera pueden ser utilizados, para el desarrollo de las obras mineras, están bordeados por morfoestructuras que representan obstáculos para su visibilidad. En consecuencia, se puede expresar que las instalaciones solamente podrán ser apreciadas desde las inmediaciones de las mismas o desde lugares muy cercanos que prácticamente carecen de población humana, por lo que su sensibilidad visual es nula a baja.

La región es de muy baja densidad poblacional y en el área bajo estudio no existen centros poblacionales ni vías de comunicación vecinales desde las cuales las personas en tránsito puedan observar el sitio del proyecto. Los caminos en el área son solamente para el acceso a los pocos ranchos existentes y al proyecto minero, además de que muchos de ellos sólo son transitables mediante vehículos de doble tracción durante la parte lluviosa del año, lo que pone en evidencia la escasa frecuencia humana.

Al W y SW del área de estudio se ubican las comunidades de La Iglesia (1.1 km) y El Trigo de Corodepe (4.6 km) respectivamente, mientras que Matarachi se ubica 2.2 km al E. Sin embargo, el sitio del proyecto no es visible desde estos centros poblacionales pues se interponen topoformas elevadas. Adicionalmente, el camino que las comunica, que es el principal de la región conduciendo hasta Mulatos, rodea el área por sus lados W, N y E pero ubicándose en partes relativamente bajas por lo que no es posible observar el sitio del proyecto desde el mismo.

Con una metodología similar a la Ramos y Panagopoulos (2006) y Tomé Rodríguez (2009), para explorar la visibilidad del proyecto dentro del área de estudio, se realizó una simulación de visibilidad desde puntos selectos cuyos resultados se presentan en la figura IV.55, procurando que la cuenca visual se centrara en el área de las posibles obras mineras. Estos sitios son los ranchos (La Yerbabuena, Las Tierras, Los Alamillos, El Enjambre y Arroyo Hondo) que aparecen en la carta topográfica Mulatos, escala 1:50,000, del INEGI, los cuales son los únicos lugares que pueden, aunque muy escasamente, albergar observadores en forma permanente aunque constante. Se incluyó también un sitio desde las tierras en el arroyo San José en el lugar donde éste sale del área de estudio (parte NW del área).

Para el análisis de visibilidad de la figura IV.55 se consideró que: (1) el observador presenta una altura de 1.7 m, (2) no existe vegetación o estructuras hechas por el hombre que puedan interferir la observación, (3) el área de minado Norte es un elemento negativo que no generará nuevas formas del terreno por arriba de nivel actual de éste, y (4) el área destinada a patio de lixiviación tendrán una altura de 75 metros sobre el nivel actual del terreno en todos sus puntos.

En cuanto a esto último, se debe expresar que este es un valor sobreestimado dado que la ingeniería del proyecto no se encuentra todavía tan avanzada como para determinar los sitios exactos y la cota máxima que alcanzarán los patios, dicha altura supuesta de 75 m por sobre cualquier punto del terreno actual dentro del perímetro del patio, en algunos lugares está muy por encima del nivel final que en realidad alcanzarán tales obras mineras.

Como se aprecia en la figura IV.55, bajo las condiciones señaladas, los posibles lugares de los tajos no son visibles desde ninguno de los sitios de observación. Adicionalmente, se realizó una revisión considerando que el patio de lixiviación se dejó sin altura sobre el nivel del terreno, es decir, se analizó la visibilidad de los sitios donde posiblemente se desplante. En este caso, los sitios de los patios no fueron visibles desde ningún punto de observación. Solo a nivel local pueden observarse las obras y servicios de Ampliación minera La India. Con base en todo lo anterior, y conforme a la metodología seguida por Tomé Rodríguez (2009), resulta ser que la cuenca visual, centrada y segmentada en dos porciones por la distribución de las posibles obras, es alargada a irregular y de pequeña distribución geográfica con relación al macropaisaje en que se ubica. Por otro lado, se tienen escasas vistas en función de la restricción a la visibilidad que imponen los accidentes topográficos, lo que se traduce también en la existencia de zonas ocultas de fragmentos del paisaje (compacidad).

Se puede concluir que, en cuanto a visibilidad, la Ampliación minera La India no representa un factor significativo para el paisaje, toda vez que la densidad de observadores es demasiado baja y que el proyecto solamente podrá ser apreciado desde lugares cercanos al mismo y/o despoblados o, en algunos casos (ranchos pequeños), con escasos moradores, además de la carencia de personas en tránsito por la inexistencia en el área de caminos comunicando a los centros poblacionales de la región.

173

Tabla IV.49 Elementos de relevancia visual de la unidad de paisaje

Áreas de interés escénico	Las topoformas más altas y abruptas, principalmente La India y el Cordón Viruela
Hitos visuales de interés	No se reconocieron
Cubierta vegetal dominante	Destaca el bosque de encino y de encino-pino,
Presencia de fauna	Venados, aves
Cuerpos de agua	Pequeños cuerpos de agua sin ser perceptibles desde una perspectiva panorámica: Estanque La Cieneguita y los arroyos La Cieneguita, La Amargosa
Intervención humana	Dada principalmente en la forma de generación de caminos hacia los ranchos y para la exploración; pocos ranchos y parcelas, casi todas abandonadas, de agricultura extensiva. En general bajo porcentaje de afectación.
Áreas de interés histórico	No existen. Las antiguas obras mineras son muy limitadas en extensión y valor turístico.
Turismo	No existe.

Para evaluar la calidad visual del paisaje se emplearon tres niveles de calidad visual a los componentes principales del paisaje. Estos niveles y los valores otorgados a ellos son: Alta (5), media (3) y baja (1). La sumatoria de los valores nos permite establecer la calidad visual conforme al siguiente esquema clasificatorio: (1) calidad alta: 30 a 40 puntos, (2) calidad media: 20 a 29 puntos, y (3) calidad baja: 8 a 19 puntos (Tomé Rodríguez, 2009). Los resultados se presentan en la tabla IV.50.

Tabla IV.50 Calidad visual de la unidad de paisaje.

Geomorfología	Vegetación	Fauna	Agua	Color	Fondo escénico	Rareza o singularidad	Actuaciones humanas
5	5	3	3	5	5	3	3
Total de puntos: 32 /calidad alta.							

En consecuencia la calidad de la unidad de paisaje es alta.

Si bien el proyecto se encuentra en una zona montañosa con cobertura de encino y de encino-pino y un clima adecuado para las diversas actividades humanas, se tiene que no existen en el área singularidades paisajísticas o elementos naturales de carácter sobresaliente que permitan categorizarla en forma especial. De hecho, la conformación topográfica, geológica, geomorfológica, hidrológica, vegetativa, edáfica y climática del área de estudio es bastante común en este segmento de la Sierra Madre Occidental, tanto cuando se consideran estos elementos en lo individual como en su conjunto. Por otro lado, en la unidad de paisaje no existen grandes cuerpos de agua, sobresalientes acantilados u otros recursos escénicos que puedan ser aprovechados ni tampoco elementos que por su carácter científico, cultural o histórico sean de interés paisajísticamente hablando.

El paisaje en el sitio del proyecto no presenta un contraste visual marcado, esto en función de la presencia de formas predominantes o por colores distintivos, aspectos cuyas características se puede decir que son bastantes habituales en esta subprovincia fisiográfica. De hecho, el mayor contraste cromático se presenta entre la vegetación y el cielo como elemento de fondo del paisaje, mientras que el volumen, la forma, y la silueta de las montañas son las características dominantes visualmente.

Desde una perspectiva más panorámica y de conjunto, el área presenta una cierta belleza escénica y visual derivada de la combinación de lo abrupto de la topografía y la cubierta vegetal. Las obras mineras ciertamente modificarán este aspecto pero sólo a nivel local. Los dos primeros tipos de obras crean nuevas formas del terreno que contrastarán cromáticamente con el entorno durante la operación de la unidad minera al estar desprovistas de vegetación pero que potencialmente pueden ser desarrollados y operados tomando en cuenta medidas de mitigación, y restauradas al cierre de operaciones, con lo que eventualmente se mezclarían y "disolverían" con el entorno paisajístico con lo que éste no perdería su calidad visual. Por otro lado, las áreas de minado pueden desarrollarse en parte altas topográficamente, modificando sustancialmente la superficie del terreno. Además, no es posible su restauración al grado desaparecer tajos y terreros, por lo que impactarán la calidad paisajística del sitio. Sin embargo, considerando el volumen de la montaña con respecto al tamaño de minado, se considera que este impacto será un tanto moderado. Por otro lado, por sus características fisiogeomorfológicas, la zona del proyecto no es el "fondo" paisajístico de otras zonas, pues es de visibilidad restringida como ya se comentó en el apartado inmediato anterior, lo que hace que se pueda considerar la sensibilidad visual del área como nula o baja. Este hecho, aunado a lo reducido de la población y a las prácticas de mitigación y restauración que se implementarán en las operaciones mineras, sugieren que la posible incidencia sobre la calidad del paisaje tendrá un efecto muy local sin impactar desde una perspectiva un poco más regional.

IV.2.3.3 Fragilidad

En cuanto a la susceptibilidad del paisaje del área de Ampliación minera La India en el deterioro de sus valores naturales, culturales, visuales y perceptivos, se considera que ésta es baja toda vez que en el transcurso de este trabajo no se identificaron procesos que, por su intensidad o extensión, estén impactando negativamente al paisaje y, al mismo tiempo, previniendo la absorción y recuperación de dichos impactos.

Dadas estas condiciones, se considera que existe una capacidad de moderada a buena para absorber los impactos que causarán las actividades mineras. Se estima que es moderada en los lugares donde se desarrollarán los patios y terreros, toda vez que en éstos, con las apropiadas medidas de mitigación y restauración, se podrá regenerar la cobertura vegetal, con lo que se disminuiría el contraste cromático y se propiciaría la "mezcla y fusionamiento" paisajístico con el entorno. Sin embargo, lo que sí no es factible revertir es la alteración topográfica al generarse nuevas topoformas por estos elementos. Igualmente, se considera una capacidad moderada a alta (y consecuente baja fragilidad) en las zonas donde se desplantarán las instalaciones administrativas y de proceso, pues las mismas serán desmanteladas.

Las áreas más frágiles corresponden a los sitios donde se desarrollarán los tajos ya que, por sus altas pendientes excavadas en roca, estos rasgos son permanentes y no es factible su restauración. Por otro lado, la naturaleza no tiene la capacidad para revertir en un período de tiempo adecuado los impactos. Sin embargo, esta fragilidad se ve compensada por la bajísima cantidad de personas afectadas y por la poca visibilidad que tienen los sitios de posibles tajos, aunque su conformación final es desconocida. En una etapa más avanzada del proyecto, cuando se tengan precisados los sitios y la morfología final de los tajos (al cierre del proyecto), se podrá hacer una mejor evaluación del impacto paisajístico de los mismos y, consecuentemente, determinar medidas para su reducción.

Para una más objetiva evaluación de la fragilidad visual de la unidad de paisaje definida se evaluaron sus principales componentes en función de variables biofísicas, como son la pendiente y la vegetación, las variables de visualización, tales como el tamaño, la forma y la compacidad de la cuenca visual ya discutidos, y la singularidad y la accesibilidad visual (Tomé Rodríguez, 2009). Se consideraron tres niveles para cada uno de ellos, mismos que, junto con la puntuación que se les asigna, son: (1) alta, que corresponde a una baja capacidad de absorción visual y se asignan 3 puntos; (2) media, misma que representa una capacidad moderada de absorción visual, asignándosele 2 puntos; y, (3) baja, la cual consiste de una baja capacidad de absorción visual y recibe solamente un punto.

La sumatoria de valores así obtenida para cada uno de los factores evaluados permite establecer la fragilidad conforme al siguiente esquema: (1) fragilidad alta: 22 a 27 puntos, (2) fragilidad media: 16 a 21 puntos, y (3) fragilidad baja: 9 a 15 puntos (Tomé Rodríguez, 2009). Conforme con esto, la fragilidad del paisaje es de baja a casi media (tabla IV.51).

Tabla IV.51 Fragilidad visual de la unidad de paisaje

Factores biofísicos				Visualización			Singularidad	Visibilidad
Pendiente	Densidad vegetal	Contraste vegetación	Altura vegetación	Tamaño cuenca visual	Forma cuenca visual	Compacidad	Unicidad de paisaje	Accesibilidad visual
3	1	1	1	2	2	1	2	1
Total de puntos: 14 / Fragilidad baja, cercana a media.								

Con base en la calidad del paisaje y su fragilidad baja a media, se considera que la zona es apta para las actividades del proyecto, mientras se mantenga operaciones que causen poco impacto a los elementos individuales del paisaje (Tomé Rodríguez, 2009).

IV.2.4 Medio socioeconómico

IV.2.4.1. Metodología

La descripción del medio socioeconómico se desarrolló con base en los datos oficiales de las siguientes instituciones: El Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) a través de los censos de población y vivienda y archivos de datos históricos de localidades, la Comisión Nacional de Población (CONAPO), la Secretaría de Salud (Jurisdicción Sanitaria 01 Hermosillo) a través de los diagnósticos de salud de los principales poblados en la región, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), la Secretaría de Economía, y el H. Ayuntamiento de Sahuaripa.

La Ampliación minera La India se localiza en la parte sur del municipio de Sahuaripa, Estado de Sonora. El punto central del área del proyecto está en las coordenadas UTM Zona 12, 709,000E y 3,173 999N, North American Datum 27, desde este punto se delimitó un radio de 20 Km, para identificar a las localidades más cercanas al área del proyecto. En dicho radio de influencia se encontraron comunidades de tres municipios: Sahuaripa, con 12 localidades, Arivechi y Yécora con 1 localidad cada uno. Dichas localidades se muestran en la tabla IV.52, y en la figura IV.57 se puede ver la ubicación de cada una de ellas.

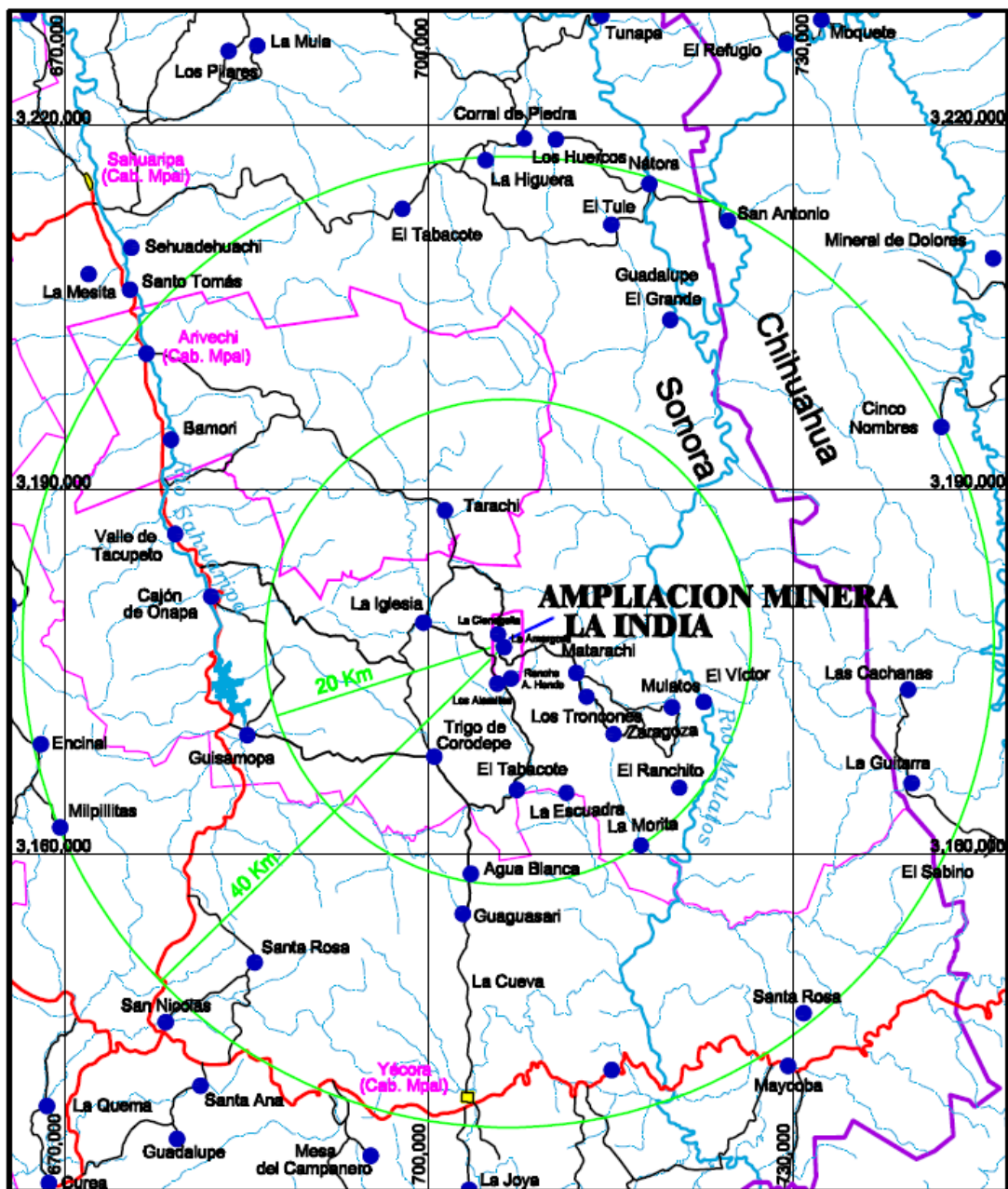


Figura IV.57. Localidades cercanas al proyecto La India, en un radio de 20 km.

Tabla. IV.52. Población total y ubicación de las localidades en el área de influencia de Ampliación minera La India.

	Clave	LOCALIDAD	Norte ¹	Este ¹	Altitud	Distancia al proyecto (km en línea recta) ²	Dirección ²	Población Total (2005)
	TOTAL MUNICIPAL (SAHUARIPA)							5 792
1	0037	Mulatos	3172 094	720 090	1040	14	SE (350)	259
2	0044	Matarachi	3174 568	712 330	1600	6	NE (16)	163
3	0053	Trigo de Corodepe	3167 984	700 440	1380	11	SW (215)	154
4	0627	La Iglesia	3178 970	700 034	1340	7	NW (151)	76
5	0043	Los Troncones	3173 105	713 145	1580	8	SE (345)	11
6	0048	El Víctor	3172 575	722 689	940	17	SE (354)	11
7	0388	La Morita	3160 653	717 559	1300	20	SE (302)	11
8	0624	Zaragoza	3169 762	715 597	1560	12	SE (328)	7
9	0446	El Ranchito	3165 419	720 488	1380	18	SE (324)	7
10	0345	La Escuadra	3165 254	711 548	1420	14	SE (284)	3
11	0075	La Amargosa	3177 165	706 038	1540	0	NW (132)	2
12	0477	El Tabacote	3212 985	697 579	1540	12	SW (250)	2
	TOTAL MUNICIPAL (ARIVECHI)							1 280
13	0006	Tarachi	3188 259	701 258	1 180	12	NW (118)	383
	TOTAL MUNICIPAL (YÉCORA)							6 089
14	0002	Agua Blanca	3158 359	703 025	1 440	19	SW (249)	32

Fuente: INEGI. II Censo de Población y Vivienda, 2005. / ¹Las coordenadas en UTM fueron estimadas con GEOCAL./ ²Las distancias y dirección se estimaron con AUTOCAD.

IV.2.4.2. Demografía

En el período 2000-2005, según el INEGI, la población del Estado de Sonora tuvo un incremento en miles de 177.9, con una tasa de crecimiento medio anual de 1.37. El municipio de Sahuaripa y Arivechi tuvieron una tasa de crecimiento medio anual de -1.74 y -2.57 respectivamente.

Población total

De acuerdo con el II Censo de Población y Vivienda, 2005 realizado por el INEGI, de las 14 localidades que comprende el área de influencia del proyecto, 4 tienen entre 150 y 400 habitantes, 2 tienen de 30 a 80 habitantes, y 8 tienen menos de 12 habitantes. La comunidad más cercana es Matarachi, ubicada 6 Km al NE del centro del área del proyecto la cual cuenta con 163 habitantes, otras dos localidades muy cercanas al área son Los Troncones y La Iglesia, se trata de dos pequeñas comunidades que tienen 11 y 76 habitantes respectivamente.

La población total de todas las localidades aledañas al área del proyecto suman 1,121 habitantes, de los cuales 581 son hombres y 519 son mujeres. Ver tabla IV.53. En la localidad La Amargosa está instalado el campamento de exploración de la compañía minera Agnico Sonora S.A. de C.V., responsable de promover la Ampliación minera La India.

Tabla IV.53. Población según sexo de las localidades del área de influencia de Ampliación minera La India.

	Clave	LOCALIDAD	Población Total (2005)	Población masculina (2005)	Población femenina (2005)
TOTAL MUNICIPAL (SAHUARIPA)			5 792	2 908	2 884
1	0037	Mulatos	259	146	113
2	0044	Matarachi	163	90	73
3	0053	Trigo de Corodepe	154	88	66
4	0627	La Iglesia	76	39	37
5	0043	Los Troncones	11	6	5
6	0048	El Víctor	11	7	4
7	0388	La Morita	11	5	6
8	0624	Zaragoza	7	*	*
9	0446	El Ranchito	7	*	*
10	0345	La Escuadra	3	*	*
11	0075	La Amargosa	2	*	*
12	0477	El Tabacote	2	*	*
TOTAL MUNICIPAL (ARIVECHI)			1 280	653	627
13	0006	Tarachi	383	185	198
TOTAL MUNICIPAL (YÉCORA)			6 089	3 128	2 961
14	0002	Agua Blanca	32	15	17
TOTAL POBLACIÓN *			1,121	581	519

Fuente: II Censo de Población y Vivienda, 2005. * Total de la población de las localidades del área de influencia del proyecto sin contar la población total del municipio.

En la tabla IV.54 se presentan datos de la población histórica de las localidades más cercanas al proyecto. La información se obtuvo del archivo histórico de localidades del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) correspondiente a los censos de población desde 1900 hasta el del 2005.

La comunidad de Matarachi en 75 años ha aumentado su población en un 87%, el menor número de habitantes los tuvo en 1930 con tan solo 21, para 1960 ya tenía 107, y en 1995 tenía 172, para el 2005 el número de habitantes disminuyó a 163 habitantes. La comunidad de Mulatos ha tenido altibajos en su número de habitantes, y ha disminuido gradualmente en un 32% desde 1980 al 2005.

Tabla IV.54. Población histórica de las localidades con 150-400 habitantes, en el área de influencia de Ampliación minera La India.

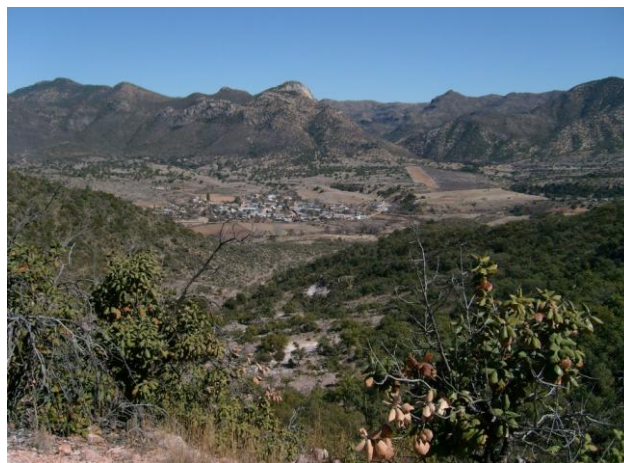
Año de Censo	Mulatos			Matarachi			Tarachi			Trigo de Corodepe		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
1900	ND	ND	ND	ND	ND	ND	435	225	210	ND	ND	ND
1910	ND	ND	ND	ND	ND	ND	252	128	124	ND	ND	ND
1921	150	69	81	ND	ND	ND	426	218	208	ND	ND	ND
1930	245	116	129	21	11	10	435	225	210	21	11	10
1940	609	306	303	40	22	18	498	259	239	40	22	18
1950	496	251	245	85	40	45	484	241	243	85	40	45
1960	570	287	283	107	62	45	516	264	252	107	62	45
1970	452	ND	ND	99	ND	ND	436	ND	ND	99	ND	ND
1980	379	ND	ND	67	ND	ND	511	ND	ND	67	ND	ND
1990	342	177	165	135	80	55	499	269	230	135	80	55
1995	346	186	160	172	94	78	422	228	194	172	94	78
2000	339	182	157	141	73	68	391	188	203	141	73	68
2005	259	146	113	163	90	73	383	185	198	163	90	73

Fuente: INEGI. Censos de población (1900-2005).

Es importante mencionar que con motivos de la operación de la mina Mulatos de la empresa Minas de Oro Nacional, después del año 2005 el número de habitantes del pueblo Mulatos ha disminuido, por la reubicación de al menos el 60% de las personas.



Vista de la localidad de Matarachi en Sahuaripa, Sonora



Vista del poblado de Tarachi, en Arivechi, Sonora

Foto IV.27. Vista de las localidades inmediatas al Ampliación minera La India

Distribución por edad y sexo

De todas la localidades, la población en edad escolar que abarca un rango de edad 5 a 24 años son en total 342 personas, los mayores de edad (18 y más) son 616, las personas de la tercera edad son 141 en total y la población económicamente activa (12 años y más) la integran 734 habitantes. En la tabla IV.55 se puede ver el número de habitantes por rango de edad y sexo para cada una de las localidades.

Tabla IV.55. Población por grupos de edad y sexo para las localidades del área de influencia del proyecto.

Localidad	0 a 4 años			5 años	6 a 14 años			15 a 59 años			60 años y más		
	total	H	M	total	total	H	M	total	H	M	total	H	M
Matarachi	14	8	6	3	30	14	16	102	60	42	13	7	6
Trigo de Corodepe	10	8	2	2	18	15	3	51	26	25	24	12	12
La Iglesia	6	2	4	3	11	5	6	38	20	18	18	10	8
Los Troncones	2	1	1	1	1	1	0	5	3	2	2	1	1
El Víctor	0	0	0	0	0	0	0	3	2	1	1	1	0
La Morita	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mulatos	26	18	8	8	40	23	17	120	70	50	18	6	12
Tarachi	34	18	16	7	65	23	42	209	110	99	65	33	32
Total	92	55	37	24	165	81	84	528	291	237	141	70	71

Fuente: INEGI. II Censo de Población y Vivienda, 2005.

Migración

El municipio de Sahuaripa presentó para el año 2000 un grado de intensidad migratoria bajo (-.12333), según el Consejo Nacional de Población (CONAPO).

Marginación

El índice de marginación, es una medida de déficit y de intensidad de las privaciones y carencias de la población en dimensiones relativas a la educación, la vivienda y los ingresos monetarios. En contraste, el Índice de Desarrollo Humano (IDH), es una medida de logros relativos respecto a un estándar de referencia.

De acuerdo con la CONAPO, el grado de marginación para los Municipios de Sahuaripa y Arivechi en el año 2005 fue Bajo. No obstante, para algunas localidades remotas, y de difícil acceso, se tiene un grado de marginación alto, como se muestra en la tabla IV.56, para las localidades más cercanas al proyecto La India.

El IDH fue de 0.783 para los municipios de Sahuaripa y Arivechi, lo que coloca a estos en un grado de desarrollo humano medio-alto. Según la naturaleza de este índice, cuanto más cercano esté un país, estado o municipio de un IDH con valor igual a 1, tanto menor es la distancia socioeconómica que tiene que ser recorrida para alcanzar ciertas metas u objetivos deseables. (CONAPO, 2000).

Tabla IV.56. Indicadores del grado de marginación por localidad.

Locaciones/ indicadores	Matarachi	Trigo de corodepe	La Iglesia	Los Troncones	El Víctor	Mulatos	Tarachi ¹	Agua Blanca ²
Población total	163	154	76	11	11	259	383	32
% Población de 15 años y más analfabeta	5.22	2.67	14.29	28.57	50	10.14	11.31	14.29
% Población de 15 años o más sin primaria completa	43.88	54.67	62.5	85.71	100	31.88	58.11	42.86
% Viviendas sin drenaje ni escusado	15.79	39.39	3.85	0	0	0	6.31	20
% Viviendas sin energía eléctrica	26.32	15.15	7.69	66.67	0	24.49	24.32	40
% Viviendas sin agua entubada en el ámbito de la vivienda	5.26	0	0	66.67	100	2.04	0	20
% viviendas con algún nivel de hacinamiento	31.58	18.18	26.92	33.33	0	55.1	23.42	0
% viviendas con piso de tierra	52.63	39.39	80.77	100	0	42.86	29.09	40
% viviendas sin refrigerador	84.21	81.92	100	100	100	79.59	83.78	100
Índice de marginación	-0.275	-0.339	0.071	1.112	0.417	-0.366	-0.337	-0.221
Grado de marginación	Alto	Alto	Alto	Muy alto	Alto	Alto	Alto	Alto

¹ Localidad de Municipio de Arivechi/ ² Localidad del municipio de Yécora. Fuente: CONAPO, 2005. Índices de Marginación por Localidad

Organización de las comunidades

Las comunidades del municipio de **Sahuaripa** están organizadas de la siguiente manera:

Organizaciones económicas

La Asociación Ganadera está integrada por 1,272 productores con un censo de 64,993 cabezas de ganado bovino.

5 Sociedades de Responsabilidad Limitada Micro Industrial (SRLMI): La Buena y La Victoria con 5 socios cada una, La Sisibutari con 7, La Milpa con 10 y Micaela con 4.

Organizaciones Educativas

En este Municipio están integradas 31 Sociedades de padres de Familia. Organizaciones agrarias.

Existen 15 núcleos ejidales con 854 ejidatarios ellos son: Ejido Técoripa, Badesi, Cajón de Onapa, Cebadilla, Güisamopa, La Iglesia, San Ignacio de Loyola, Junta de Gohocopa, Matarachi, Mesita del Cuajari, Mulatos, Ocotes, Nátorá, Sahuaripa Anexo y Santo Tomás.

Organizaciones sociales

El Consejo de Desarrollo Municipal está integrado por 20 representantes comunitarios que atienden demandas de 63 comités.

Las comunidades del municipio de **Arivechi** están organizadas de la siguiente manera:

Organizaciones económicas

La Asociación Ganadera local de este municipio está integrada por 313 productores con un censo de 13,376 cabezas de ganado bovino S.P.R. Arivechi con 4 productores.

Organizaciones agrarias

Los ejidos Arivechi con 225 ejidatarios, el Ejido Tarachi con 95, el Ejido Bámore con 90, hacen un total de 410 ejidatarios en este municipio.

Organizaciones educativas

En este municipio los padres de familia están integrados en 9 sociedades con el objeto de apoyar en las actividades para una mejor educación.

Organizaciones sociales

El Consejo de Desarrollo Social está integrado por 14 representantes comunitarios y atiende demandas de 28 comités.

IV.2.4.3. Servicios básicos

Agua potable

Seis comunidades del municipio de Sahuaripa y la cabecera municipal cuentan con cobertura del sistema de agua potable por medio de bombeo, cinco comunidades reciben este servicio a través de un sistema de tubería con fuente de abastecimiento de aguajes naturales, la cual no recibe tratamiento químico, y a dos comunidades se les dota de agua potable a través de recipientes teniendo como fuente el río Sahuaripa. (PEC, 2005).

En el municipio de Arivechi el servicio de agua potable se brinda a través de 372 tomas domiciliarias por medio de bombeo eléctrico, al cual se le da tratamiento de cloración. Solo en la comunidad de Tarachi se presta este servicio por medio de un aguaje natural, y en ocasiones el suministro de agua se ve suspendido por la escasez del recurso.

Drenaje

Un problema regional es la descarga de aguas negras en el Río Sahuaripa, provocada por el desbordamiento constante de la laguna de oxidación de Arivechi, situación que afecta a los habitantes de las comunidades de Santo Tomás, La Mesita, Sehuadehuachi y Sahuaripa.

En cuanto a Matarachi, que es la localidad más cercana al proyecto La India, no se cuenta con un sistema de drenaje, y la mayor parte de las viviendas tienen letrina o fosa séptica, cuyos infiltrados se desplazan gradualmente hacia los arroyos cercanos.

En la comunidad de Tarachi, en agosto del 2006, se inició la obra de drenaje a través del programa gubernamental “Vive Mejor”, con lo que se benefició a toda la comunidad. A pesar de que la obra se terminó en ese mismo año, para principios de 2007 aún no se ponía en funcionamiento ya que no se tenía el lugar para establecer la laguna de oxidación.

En una visita realizada en diciembre del 2009, como parte de los estudios ambientales base para el proyecto La India, se observó que la laguna de oxidación de Tarachi ya se concluyó y al parecer ya está en funcionamiento.

En el PEC (op. cit) del municipio de Sahuaripa, se manifestó la necesidad de construir fosas comunitarias para drenaje en la localidad El Trigo de Corodepe.

Recolección de basura

La cabecera municipal Sahuaripa y algunas comunidades cuentan con el servicio de recolección de basura, aunque cabe mencionar que en algunas la calidad del servicio es incipiente. En otras localidades la basura es depositada e incinerada en el patio trasero de las viviendas.

Como ya se mencionó, en la comunidad de Matarachi se cuenta con un sitio para disposición de basura, aunque al parecer no hay servicio de recolección, siendo responsabilidad de cada hogar el manejo y disposición de los residuos.

En Tarachi el 86.7% de los habitantes colocan en las calles la basura para que el día domingo sea recolectada por un carro recolector a cargo del Municipio, estos residuos son depositados en el basurero de la localidad el cual se ubica a la entrada del pueblo. Siete familias refieren que incineran sus residuos debido a la falta de contenedores especiales, asimismo 2 familias dicen enterrar o dejar a cielo abierto la basura.

Electrificación

La cobertura del servicio de electrificación en el municipio de Sahuaripa es del 92.2%. Las comunidades que no cuentan con el servicio de energía eléctrica convencional como, Mulatos, Matarachi, El Trigo de Corodepe y La Iglesia, se les ha dotado del servicio a través de energía fotovoltaica. (PEC, 2005).

Para el 2005, en el municipio de Arivechi se tenía una cobertura del 27.5% del suministro de energía eléctrica, en la cabecera municipal se cubría al 72.5%. En la comunidad de Tarachi, se presta este servicio a través de energía fotovoltaica, en agosto del 2006, se instaló el alumbrado público solar con la colocación de 18 lámparas de luz solar.

Vivienda

En el municipio de Sahuaripa hay un total de 1,642 viviendas habitadas con 3.53 de promedio de ocupantes en viviendas habitadas. En la localidad de Matarachi son 38 viviendas habitadas y en Tarachi hay 111, cada localidad tiene un promedio de ocupantes por vivienda de 4.29 y 3.42 respectivamente.

En las tablas IV.57 y IV.58 se desglosa para cada localidad el número de cuartos dormitorios, el total de viviendas con piso diferente al de tierra, así como los servicios disponibles en los hogares.

Tabla IV.57. Condiciones de las viviendas de las localidades del área de influencia de Ampliación minera La India.

Localidad	Total de Hogares	Numero de dormitorios		Numero de cuartos			Tipo de piso	
		1	2 y mas	1	2	3 y más	Tierra	Otro
Mulatos	49	23	26	1	12	36	21	28
Matarachi	38	17	21	1	10	27	20	18
Trigo de Corodepe	35	9	24	0	5	28	13	20
La Iglesia	26	10	16	1	3	22	21	5
La Amargosa	1	*	*	*	*	*	0	1
Tarachi *	111	33	77	2	18	90	32	78

Fuente: INEGI. *Localidad que pertenece al municipio de Arivechi, las demás son del municipio de Sahuaripa

Tabla IV.58. Servicios disponibles en las viviendas de las localidades del área de influencia de Ampliación minera La India.

Localidad			Matarachi	Trigo de Corodepe	La Iglesia	La Amargosa	Tarachi*	Mulatos
Total de viviendas			38	35	26	1	111	49
Servicios Públicos	Energía eléctrica	%	74	80	92	0	76	75
	Agua entubada	%	95	94	100	0	98	98
	Drenaje	%	3	29	62	0	66	76
Otros Servicios	Televisión		9	18	15	*	38	36
	Refrigerador		6	6	0	*	18	10
	Lavadora		2	0	0	*	4	8
	Computadora		0	0	0	*	0	0

Fuente: INEGI. II Censo de Población y Vivienda 2005. *Energía fotovoltaica.

De acuerdo con datos del Diagnóstico de Salud de Sahuaripa (Servicios de Salud de Sonora, Jurisdicción Sanitaria No. 1, febrero 2006-enero 2007), se tiene que la mayoría de las viviendas tienen techo de lámina (71.2%), y de concreto el 27.4%, además los pisos son de cemento (74.6%) y solo el 17.9% son de vitropiso, el 43% de las paredes son de block y el 54.7% de otros materiales.

IV.2.4.4. Cobertura en desarrollo social

En el Plan Municipal de Desarrollo de Sahuaripa, 2009-2012, se establecieron estrategias para atender las necesidades de sus habitantes. En materia de desarrollo social se incluyeron las siguientes acciones:

- Apoyar a las comunidades que se encuentren en grado de alta marginación
- Ayudar a las personas de la tercera edad que más lo necesiten
- Prestar atención especial a estudiantes de escasos recursos, promoviéndolos para becas.
- Apoyar a la población infantil y adolescente de familias desintegradas, mediante el apoyo psicológico y educativo.
- Implementar programas cívicos, culturales y deportivos
- Desarrollar y difundir programas enfocados a motivar la lectura y el uso de herramientas tecnológicas.

En materia obras públicas se tienen los siguientes problemas:

- En la cabecera municipal el 60% de la tubería de asbesto (para conducir el agua potable) ya rebasó su vida útil, por lo que se presentan fugas de agua en diversos sectores del pueblo.
- El 60% del sistema de alcantarillado está en mal estado.
- Contaminación por polvo
- Contaminación del suelo y el aire

Los problemas anteriores se espera sean solucionados mediante las siguientes acciones:

- Sustituir la tubería de asbesto por materiales de PVC
- Sustituir la tubería de concreto por materiales de PVC
- Pavimentar calles
- Reubicación del basurero municipal, y restablecimiento del mismo, mediante la construcción de un relleno sanitario acorde a la NOM-083
- Construcción de la fosa séptica en la comunidad Cajón de Onapa
- Rehabilitación de parques y jardines de todas las localidades
- Mejorar el alumbrado público en la cabecera municipal y otras localidades
- Instalación de alumbrado público no convencional, en las comunidades que no cuentan con servicio eléctrico por parte de la Comisión Federal de Electricidad.

Asimismo, en los Programas Especial Concurrente para el Desarrollo Rural, tanto para el municipio de Sahuaripa como para el de Arivechi, se plantearon algunos problemas y deficiencias que aquejan a las comunidades, en esos mismos documentos se propusieron algunas acciones y proyectos para hacer frente a las problemáticas de la región, los cuales se presentan en las tablas IV.59 y IV.60.

Tabla IV.59. Relación de problemas y acciones propuestas en el Plan Especial Concurrente de Sahuaripa (2005, 2006-2009).

No.	PROBLEMA	NECESIDADES /PRIORIDAD	LOCALIDAD BENEFICIADA	UNIDAD	INSTITUCIÓN DE APOYO
SECTOR SALUD					
1	Falta de equipo médico y de medicamentos del cuadro básico	Adquisición de equipo médico Básico (Bahomanometro, Glucómetro, Tanque de oxígeno)	El Cajón de Onapa, El Trigo de Corodepe, La Iglesia y Matarachi.	7 equipos	Semeson, SSP, y Presidencia municipal
		*Aumentar el stock de medicamento	El cajón de Onapa, Mulatos, El Trigo de Corodepe, La Iglesia y Matarachi.	8 dispensarios	
		Dotación de dispensario médico			
2	Falta de médico	Contar con un medico constante	El Trigo de Corodepe y Matarachi.	3 personas	
3	Instalaciones deterioradas	Rehabilitación del Casa de Salud	El Valle de Tacupeto, El Trigo de Corodepe	3 obras	
		Adquisición equipo de oficina (Escritorio y archivero)	El Trigo de Corodepe	4 muebles	
4	*Falta de casas de salud y médico	Construcción de casa de salud	El Cajón de Onapa, La Iglesia. *El Trigo de Corodepe	4 obras /*1obra	
5	*Falta de Hospital Básico Regional	* Construcción de hospital básico Regional	Municipios de Bacanora, Sahuaripa, Arivechi	1 equipo	
6	* Sustitución de tubería del agua potable de asbesto		Sahuaripa	6000 m	H. Ayuntamiento, Pasos, OOMAPASSS
7	*Clorinador para agua potable		El Trigo de Corodepe, La Iglesia, Matarachi y el Cajón de Onapa	5 equipos	OOMAPASS y presidencia municipal
8	*Contaminación por laguna de oxidación		No se plantearon acciones para este problema		
9	*Falta de un centro de rehabilitación para adictos		No se plantearon acciones para este problema		
SECTOR DE OBRA PUBLICA					
10	Falta de energía eléctrica convencional	Adquisición de plantas solares para casa habitación.	El Trigo de Corodepe, La Iglesia	27 equipos	CEMECOP y Presidencia Municipal
		Introducción de energía eléctrica.	El Trigo de Corodepe.	1 obra	CFE
12	Servicio de agua potable deficiente	Perforación y equipamiento de pozos para agua potable.	El Trigo de Corodepe y Sahuaripa. *La Iglesia, Matarachi, Mulatos, Cajón de Onapa	11 pozos	CEMECOP y Presidencia Municipal
13	Falta de drenaje	Construcción de fosas comunitarias para drenaje.	El Trigo de Corodepe.	1 obra	PIBES y Presidencia municipal
14	Construcción de puente colgante sobre arroyo.				CECOP, CEMECON y beneficiados
15	Rehabilitar edificio de comisaría.		Valle de Tacupeto, La Iglesia	3 obras	S.S.P. estatal y Presidencia municipal
16	*Construcción de edificios para comisaría		La Iglesia, Trigo de Corodepe	2	Presidencia Municipal
17	Deficiente servicio de recolección y confinamiento de basura en la mayoría de las		No se plantearon acciones para este problema		
18	Falta de pavimento / rehabilitación de pavimento		No se plantearon acciones para este problema		
SECTOR EDUCATIVO					
19	*Falta de atención profesional	Falta de maestro de preescolar (existe plaza).	Mulatos	1 persona	SEP, SEC, CONAFE
		* Integración del programa del Centro Itinerante de Educación Especial	Santo Tomás, Valle de Tacupeto, Cajón, Güisamopa	6 escuelas	SAER, Presidencia Municipal
20	Infraestructura educativa deteriorada e insuficiente	Construcción de salón para aula de medios (Telesecundaria)	Matarachi	1 obra	SEP, SEC, CONAFE
		*Rehabilitación de techos y reconstrucción total de cerco perimetral 240 metros y sanitarios en la escuela primaria 24 de Febrero			SEC, presidencia municipal
		*Falta de aula de medios en primaria	Mulatos, Matarachi, Trigo e Iglesia	5 aulas	SEC, Presidencia Municipal
		Rehabilitación de bebederos.	El Trigo de Corodepe, Güisamopa	3 obras	SEP, SEC, CONAFE
		* Rehabilitación en planteles educativos de Telesecundarias	Valle de Tacupeto, Cajón de Onapa, Güisamopa, Matarachi	6 escuelas	PASOS, SEC, Presidencia municipal
		*Rehabilitación en planteles educativos de Primaria	Mulatos, Cajón de Onapa, Trigo de Corodepe, Güisamopa, Matarachi, La Iglesia	13 escuelas	
		*45 metros de sustitución e instalación de tubería de agua de una pulgada en la Tele secundaria 221 Valle de Tacupeto	Valle de Tacupeto	1	SEC, ISIE, Presidencia Municipal
21	Falta de material deportivo	Dotación de material deportivo	Todas las escuelas	Varios	SEP, SEC, CONAFE
		Construcción de canchas deportivas	El Cajón de Onapa, Matarachi.	4 obras	
22	*Falta de aulas	*Construcción de aulas para preescolar	Mulatos, Cajón de Onapa, Sahuaripa	4 aulas	ISIE, Presidencia Municipal
23	Falta juegos infantiles en preescolar		No se plantearon acciones para este problema		
24	Falta de áreas verdes en las escuelas		No se plantearon acciones para este problema		
SECTOR DEPORTES					
25	Dotación de material deportivo.		Todas las Comunidades	varias	CODESON, ISODEJ y Ayuntamiento
26	Construcción de cancha deportiva.		Güisamopa, El Trigo de Corodepe	3 obras	Ayuntamiento
27	Rehabilitación de Canchas deportivas.		Cajón de Onapa, Valle de Tacupeto, La Inlesia	4 obras	CODESON, Ayuntamiento

...continuación de la tabla IV.59...

SECTOR AGRICOLA					
28	*Falta de organización para el uso del agua de riego	*Organizar y concientizar el uso y manejo del agua del riego	El Valle de Tacupeto, Cajón de Onapa, Sahuaripa	1 obra	SAGARHP, SAGARPA y H. Ayuntamiento
29	Desbordamiento del río Sahuaripa	*Encauzamiento del río Sahuaripa		10 km	
30	Infraestructura agrícola dañada	*Rehabilitación de canales de riego.		3 obras	
31	*Implementar el cultivo hortalizas y de plantas ornamentales con sistemas malla sombras			800 ha	
32	Desnivelación de tierras	*Emparejado de tierras agrícolas	El Valle de Tacupeto, Cajón de Onapa, Sahuaripa		
33	Incipiente organización de los productores		No se plantearon acciones para este problema		
34	Ausencia de financiamiento por la falta de instituciones de crédito		No se plantearon acciones para este problema		
SECTOR PECUARIO					
35	Poca disponibilidad de forraje en el agostadero	Establecimiento de praderas de zacate buffel.	Todo el municipio	500 has.	SAGARPA, UGRS y productores
36	Falta de agua para abrevadero	Construcción de represas para abrevadero		200 obras	
37	Caminos de acceso en mal estado	Rehabilitación de caminos internos		3000 Km	
38	Adquisición de sementales			180 unidades	
39	Falta de infraestructura básica en los ranchos		No se plantearon acciones para este problema		
40	Falta de financiamiento		No se plantearon acciones para este problema		
41	Bajos precios de comercialización		No se plantearon acciones para este problema		
SECTOR TURISMO					
43	Falta de mayor infraestructura y de promoción turística	Rehabilitación Centro Recreativo. Construcción área Turística Presa Cajón de Onapa	Todo el municipio	1 obra	Secretaría de Turismo (Gob. Fed y Est.) y Ayuntamiento
SECTOR AMBIENTAL					
44	Contaminación por basura	* Adquisición de vehículos recolectores de basura	Sahuaripa, Valle Tacupeto, Cajón de Onapa, Güisamopa	2	Gobierno estatal y municipal
45	Contaminación del río Sahuaripa		No se plantearon acciones para este problema		
46	Contaminación por falta de drenaje en varias comunidades		No se plantearon acciones para este problema		
SECTOR COMERCIO					
47	*Construcción de un local comunitario (Tienda)		Mulatos, Matarachi, Trigo de Corodepe, Güisamopa	5	Presidencia Municipal, Gobierno Estatal
48	*Rehabilitación de un local comunitario (tienda)		Iglesia	1	
SECTOR MINERO					
49	Lotes mineros sin producir e incipiente organización de productores		No se plantearon acciones para este problema		
SEGURIDAD PUBLICA					
50	*Falta de capacitación a personal		No se plantearon acciones para este problema		
51	*Falta de equipo de trabajo		No se plantearon acciones para este problema		
52	*Falta de unidades de transporte (patrullas)		No se plantearon acciones para este problema		
SECTOR COMUNICACIONES					
53	Red caminera interna en mal estado		No se plantearon acciones para este problema		
54	Falta de servicio telefónico domiciliario en varias comunidades		No se plantearon acciones para este problema		
55	Falta de mantenimiento a puentes y caminos de las diferentes comunidades		No se plantearon acciones para este problema		
56	Falta de unidades de transporte adecuado hacia las comunidades y la corrida a		No se plantearon acciones para este problema		

*Proyectos presentados en el PEC, 2006-2009; los demás se presentaron en el PEC 2005.

Tabla IV.60. Relación de problemas y acciones propuestas en el Plan Especial Concurrente de Arivechi (2005).

No.	PROBLEMA	NECESIDADES /PRIODIDAD	LOCALIDAD BENEFICIADA	UNIDAD	INSTITUCIÓN		
SECTOR SALUD							
1	Falta de equipo médico y de medicamentos del cuadro básico	Contar con un medico constante Dotación de dispensario medico	Tarachi	1 persona 1 dispensario	Semesson, SSP y Presidencia Municipal		
2	Instalaciones deterioradas	Ampliación y rehabilitación del Centro de Salud. Adquisición de refrigerador de gas para el Centro de Salud		1 obra 1 unidad			
SECTOR DE OBRA PÚBLICA							
3	Servicio de agua potable deficiente	Adquisición de bomba solar para agua potable Clorinador para agua potable		Tarachi		1 equipo 1 equipo	COAPAES y Presidencia municipal
4	Falta de energía eléctrica convencional	Rehabilitación de lámparas solares de alumbrado público Introducción de energía eléctrica	5 lámparas		PIBES y presidencia municipal		
5	Falta de drenaje	Introducción de drenaje	1 obra		CFE., CECOP Y CEMECOP		
6	Construcción de puente sobre arroyo "El Tequio"		1 obra		PIBES y presidencia municipal		
7	Rehabilitación de palacio municipal		Beneficio regional	1 obra	Junta local de caminos		
8	Adq. de terreno para construir comisaría y parque.		Municipio	1 obra	CECOP, CEMECOP y Beneficiados		
9	Deficiente servicio de recolección y de disposición de la basura		Tarachi	2 obras	CECOP, CEMECOP y Beneficiados		
10	Falta y rehabilitación de pavimentos		No se plantearon acciones para este problema				
SECTOR EDUCATIVO							
11	Infraestructura educativa deteriorada e insuficiente	Rehabilitación techo aula de medios (Telesecundaria) Adquisición de acumuladores para placas solares (Telesecundaria y primaria) Implementación pizarrón enciclopedia (primaria) Rehabilitación de sanitarios (telesecundarias) Rehabilitar fosa séptica (kinder) Construcción de bebederos(kinder y tele secundaria)	Tarachi	1 obra 10 unidades 1 obra 1 obra 1 obra 2 unidades	SEP, SEC, CONAFE		
12	Falta de juegos infantiles			No se plantearon acciones para este problema			
13	Falta de áreas verdes en las escuelas			No se plantearon acciones para este problema			
SECTOR DEPORTES							
14	Dotación equipo de Béisbol			Tarachi		3 unidades	CODESON, ISODEJ y Ayuntamiento
15	Construcción de malla ciclónica estadio Béisbol					1obra	
16	Conclusión parque infantil						
SECTOR PECUARIO							
17	Falta de agua para abrevaderos	Construcción de repesos para abrevadero	Todo el municipio	50 obras	SAGARPA, UGRS y productores		
18	caminos de acceso en mal estado	Rehabilitación de caminos internos		120 Kms			
19	Poca disponibilidad de forraje en el agostadero		No se plantearon acciones para este problema				
20	Falta de infraestructura básica en los ranchos		No se plantearon acciones para este problema				
21	Falta de financiamiento		No se plantearon acciones para este problema				
22	Exceso de puertas sobre el camino de acceso a los predios ejidales		No se plantearon acciones para este problema				
SECTOR TURISMO							
23	Carencia de infraestructura turística	Construcción de cabañas	Todo el municipio	6 unidades	Subsecretaria de Turismo		
24	Falta de promoción turística		No se plantearon acciones para este problema				
SECTOR AGRÍCOLA							
25	Infraestructura agrícola dañada		No se plantearon acciones para este problema				
26	Desnivelación de tierras		No se plantearon acciones para este problema				
27	Incipiente organización de productores		No se plantearon acciones para este problema				
28	Ausencia de financiamiento		No se plantearon acciones para este problema				
SECTOR MINERO							
29	Lotes mineros sin producir e incipiente organización de productores		No se plantearon acciones para este problema				
SECTOR AMBIENTAL							
30	Contaminación por basura		No se plantearon acciones para este problema				
31	Contaminación por falta de drenaje		No se plantearon acciones para este problema				

Educación

En materia de educación, en el municipio de Sahuaripa se cuenta con 39 planteles, uno de educación especial, 13 jardines de niños, 16 escuelas primarias, 1 secundaria en la cabecera municipal, 7 telesecundarias localizadas en diferentes comunidades y 1 plantel del nivel medio superior “Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Sonora” (CECYTES) que beneficia también al alumnado de los municipios de Arivechi y Bacanora. (PEC, 2006).

Según el PEC (op.cit), aun con toda esta infraestructura que se tiene para brindar el servicio de educación, en algunas localidades del municipio existen deficiencias, como ejemplo está la comunidad de Mulatos que a pesar de tener una plaza autorizada para preescolar no se imparten clases por falta de maestro. En la localidad de Matarachi urge la construcción de un aula para preescolar.

En la localidad de Tarachi, del municipio de Arivechi, se cuenta con un jardín de niños asistido por personal del Consejo Nacional de Fomento Educativo (CONAFE), una escuela primaria asistida por dos maestros, y una Telesecundaria. Para que los jóvenes de esta localidad reciban educación de nivel medio superior deben trasladarse hasta Sahuaripa para ingresar al CECYTES.

Tabla IV.61. Habitantes de 5 años que NO asisten actualmente a la escuela y de 15 años y más analfabeta (2005).

Localidad	Población de 5 años que no asiste a la escuela	Población de 15 años y más analfabeta	Grado promedio de Escolaridad
Matarachi	0	6	5.74
Trigo de Corodepe	2	2	5.05
La Iglesia	1	8	4.73
Tarachi	0	31	5.12
Mulatos	0	14	5.80

Fuente: INEGI. II Censo de Población y Vivienda, 2005.

De las localidades más cercanas al proyecto, Tarachi es la única que tiene habitantes que hablan alguna lengua indígena, según el II Censo de Población y Vivienda, 2005 en esta comunidad hay 11 habitantes que hablan alguna lengua indígena 5 son hombres y 6 son mujeres.

Salud

En el municipio de Sahuaripa se presta el servicio de salud mediante las siguientes instituciones:

- 1 Centro de Salud Rural para Población Concentrada (CSRPC)
- 1 Unidad Médica (UM) del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS)
- 1 UM del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE)
- 1 UM del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado de Sonora (ISSSTESON)

Además se cuenta con el apoyo del DIF (Desarrollo Integral de la Familia) y una Unidad Básica de Rehabilitación. Ambas trabajan en conjunto, apoyados por el gobierno municipal y están a cargo de proveer servicios de educación y salud a los habitantes de más bajos recursos del municipio y pueblos cercanos, así como la rehabilitación de pacientes con discapacidades.

El CSRPC ofrece consulta externa y servicio de urgencias, además cuenta con el área de odontología, vacunas y promoción de la salud, también se tiene una farmacia y un laboratorio.

La UM del IMSS ofrece consulta externa y vacunación.

La UM del ISSSTE cuenta con servicio de consulta externa.

La cobertura del servicio de salud es de aproximadamente el 96% de la población, por la dispersión de la población el 4% no tiene acceso a los servicios de salud. En total se cuenta con 9 médicos, de los cuales 6 ofrecen sus servicios de manera privada por las tardes, en el caso del CSRPC se cuenta con 5 enfermeras tituladas, 3 auxiliares de enfermería 3 pasantes de enfermería. En la mayoría de las localidades del municipio se tiene un auxiliar de salud.

En cuanto a la cobertura de la población que se atiende en las instituciones de salud del municipio de Sahuaripa, para el 2006 el 52.2% era atendida en el CSRPC, el IMSS cubría el 20.3%, el ISSSTE y el ISSSTESON el 14.5% y 4.3% respectivamente.

Para el 2007 había siete comités de salud en el Municipio: 1 en la colonia Ricardo Durán, 1 poblado Santo Tomás, 1 en Sehuadehuachi, 1 en el Valle de Tacupeto, 1 en Güisamopa, 1 en la Iglesia y 1 en Mulatos.

En el municipio de Arivechi el servicio de salud se presta a través de un Centro de Salud en la cabecera municipal, que es atendido por un médico pasante y un auxiliar de enfermería. En el PEC (2005) se menciona que en la localidad de Tarachi se tenía una casa de salud pero que el personal encargado solo tiene conocimientos de primeros auxilios. Para el año 2009 no se contaba con un médico en la comunidad de Tarachi, como bien se dice en el Diagnóstico de Salud de Arivechi (2009).

Natalidad.

El Diagnóstico de Salud de Sahuaripa indica que en año 2005 se presentaron 65 nacimientos.

De acuerdo con datos del Diagnóstico de Salud de Arivechi, en el periodo 2004-2008, se registraron 33 nacimientos, de cuales 16 fueron del sexo femenino y 17 del sexo masculino.

Mortalidad.

Para el municipio de Sahuaripa del 2000-2006 se registraron 182 decesos, de los cuales el grupo más vulnerable fue el de los adultos mayores de 65 años de edad.

En Arivechi, durante el periodo 2004-2008 se registraron 29 muertes, siendo en el año 2005 en el que más decesos hubo, asimismo el diagnóstico de salud (op. cit) señala que el grupo más afectado en 5 años es el de los individuos de 55 años y más. En Tarachi hubo 4 muertes en el 2004, 3 en el 2005, 2 en el 2008 y ninguna en los años 2006 y 2007. (Diagnóstico de salud de Tarachi, 2008).

En la tabla IV.62 se presentan las principales causas de mortalidad en las comunidades de Arivechi y Tarachi, y el municipio de Sahuaripa.

Para el caso de Sahuaripa de las causas de muerte se tienen datos solo para el año 2006, en ese mismo año no se presentaron defunciones en la localidad de Tarachi.

Tabla IV.62. Causas de mortalidad que se presentaron en Arivechi, Tarachi y el municipio de Sahuaripa.

Causa	2004	2005		2006		2007	2008		Total
	Arivechi	Arivechi	Tarachi	Arivechi	Sahuaripa	Arivechi	Arivechi	Tarachi	
Asfixia por sumersión				1					1
Adenocarcinoma					1				1
Asfixia		1					1		2
Broncoaspiración		1							1
Bronconeumonía/neumonía					4				4
Carcinoma gástrico	1								1
Carcinoma mamario		2					1		3
Carcinoma pulmonar		1				1		1	2
Cetoacidosis			1						1
Disfunción orgánica múltiple				2		2			4
Enfermedad vascular cerebral	1	2			2			1	5
Hipoglucemia		1							1
Inanición							2		2
Infarto agudo al miocardio	2				5	2			9
Insuficiencia cardíaca			1						1
Leucemia linfocítica crónica							1		1
Paro cardiorespiratorio					7				7
Politraumatizado			1						1
Traumatismo craneoencefálico	2								2
Tromboembolia pulmonar	1	1			1				3
Otros*					10				10
Total	7	9	3	3	30	5	5	2	62

Fuente: Diagnóstico de Salud Comunitario, Arivechi, 2008. Diagnóstico de Salud Sahuaripa, 2006-2007. Morbilidad.

La morbilidad es la proporción de individuos de una población que padece una enfermedad en particular (Encarta, 2009).

Las estadísticas nos permiten saber de qué enfermedades padecen los habitantes de las comunidades, además puede ser un indicador muy útil para conocer la población que requiera de determinados programas y la demanda de servicios que su atención exija.

Con información de los Diagnósticos de Salud (op. cit), las tablas IV.63, IV.64, IV.65 y IV.66 desglosan las enfermedades que ocurren en las comunidades de Arivechi, Tarachi y el municipio de Sahuaripa. Si bien algunos de los padecimientos no son causa de muerte, sí son causa de incapacidad o limitante para el desarrollo y adaptación al medio, todo esto provoca merma en la actividad productiva de las comunidades.

Tabla IV.63. Morbilidad para las localidades de Arivechi y Tarachi, y el municipio de Sahuaripa

	Año	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Sahuaripa	Num. casos	1076	1392	3648	1650	1207	1436	s/d	s/d
Arivechi	Num. casos	s/d	s/d	s/d	715	482	426	448	288
Tarachi	Num. casos	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	548	s/d	550

Fuente: Diagnóstico de Salud Comunitario, Arivechi, 2008; Estudio de Comunidad y Diagnóstico de Salud, Sahuaripa, febrero 2006-enero 2007; y Diagnóstico de Salud de Tarachi, febrero 2006-enero 2007.

Tabla IV.64. Número de casos de las principales enfermedades transmisibles en un quinquenio para las localidades de Arivechi y Tarachi.

Enfermedades transmisibles	Arivechi					Tarachi	
	2004	2005	2006	2007	2008	2006	2008
Cervicovaginitis	22	19	12	7	9	0	0
Conjuntivitis	17	19	17	3	9	23	11
Dermatomicosis	0	10	1	8	2	0	0
Enfermedad Diarreica Aguda	44	36	51	38	9	47	25
Enfermedad pélvica inflamatoria	0	0	0	0	0	5	4
Infección respiratoria aguda	261	343	310	263	170	0	0
Infecciones respiratorias Altas	0	0	0	0	0	132	280
Infecciones respiratorias Bajas	0	0	0	0	0	3	0
Faringitis estreptococica	0	0	0	0	0	2	0
Micosis	0	0	0	0	0	19	12
Onicomycosis	0	7	0	0	8	0	0
Otitis media	19	26	13	24	15	0	0
Parasitosis	36	20	21	1	0	56	0
Tuberculosis	0	1	0	0	0	0	0
Varicela	0	1	1	17	0	0	0
Total	399	482	426	361	222	287	332

Fuente: Diagnóstico de Salud Comunitario, Arivechi, 2008. Diagnóstico de Salud de Tarachi, febrero 2006-enero 2007.

Tabla IV.65. Número de casos de las principales enfermedades no transmisibles en un quinquenio para las localidades de Arivechi, Tarachi y Sahuaripa.

Enfermedades NO transmisibles	Arivechi					Tarachi		Enfermedades	Sahuaripa					
	2004	2005	2006	2007	2008	2006	2008		2001	2002	2003	2004	2005	2006
Accidentes	0	0	0	0	0	13	22	Amibiasis intestinal	94	81	117	0	0	0
Artritis degenerativa	0	9	60	14	0			Asma y estado asmático	27	0	0	28	28	0
Artritis reumatoide	0	0	0	0	0	2		Desnutrición leve	0	0	131	0	0	0
Asma	2	5	1	3	0	4		Diabetes Mellitus tipo dos	0	0	0	0	0	96
Cefalea tensional	0	0	0	0	0		14	Enfermedad ácido péptica	0	0	0	0	0	56
Contracturas musculares	0	0	0	0	0	34	28	Enterobiasis	0	30	0	0	0	0
Dermatosis	0	0	0	0	0	29	28	Faringitis y amigdalitis estreptocócicas	0	0	954	0	0	0
Diabetes mellitus	6	5	4	1	2			Hipertensión arterial sistémica	0	0	0	13	26	348
Enfermedad Ácido Péptica	11	15	11	13	7	51	18	Infecciones intestinales	104	194	579	140	93	0
Enfermedad periodontal	0	8	15	1	5	33	16	Infección intestinal (EDA, GEPI)	0	0	0	0	0	67
Hipertensión arterial sistémica	5	11	10	4	3	14	12	Infección respiratoria aguda	531	820	676	1125	707	426
Infección de las vías urinarias	29	38	52	35	15	57	43	Infección vías urinarias	132	79	418	133	90	53
Lumbalgia	0	10	13	6	14			Intoxicación por picadura de alacrán	52	30	189	19	23	0
Osteoartritis	0	0	0	0	11			Intoxicación por ponzoña de animales	41	0	0	0	22	0
Otitis media aguda						22	22	Micosis	0	0	0	0	0	36
Picadura de alacrán	0	5	7	0				Otitis media aguda	43	52	189	57	63	43
Síndrome anémico	0	0	13	2				Otras infecciones intestinales	21	28	198	57	94	0
Síndrome de colon irritable							15	Parasitosis intestinal	0	0	0	0	0	109
Síndrome de intestino irritable	0	16	24	8	9			Traumatismo	0	0	0	0	0	202
Urticaria	0	27	0	0				Úlceras, gastritis y duodenitis	21	56	0	46	61	0
Total	53	149	156	87	66	259	218	Varicela	0	22	197	32	0	0
Total									1076	1392	3648	1650	1207	1436

Fuente: Diagnóstico de Salud Comunitario, Arivechi, 2008. Diagnóstico de Salud de Tarachi, febrero 2006-enero 2007.

Fuente: Estudio de Comunidad y Diagnóstico de Salud, Sahuaripa, Febrero 2006-Enero 2007.

EDA: enfermedad diarreica aguda; GEPI: gastroenteritis por infección)

Tabla IV.66. Principales causa de referencia a segundo nivel en el municipio de Sahuaripa, 2006.

Motivo de Referencia	Sahuaripa, 2006
Control prenatal	37
Traumatismo	34
Trastorno epiléptico	6
Sangrado de tubo digestivo	5
Síndrome depresivo	5
Soplo cardiaco	5
Insuficiencia cardiaca	4
Bronconeumonía	4
Colecistitis crónica litiasica	4
Patología tiroidea	3
Hernia abdominal	3
Neoplasia	3
Otros	27
Total	140

Fuente: Estudio de Comunidad y Diagnóstico de Salud, Sahuaripa, Febrero 2006-Enero 2007.

Toxicomanía

En el diagnóstico de salud (op. cit), se dice que en el municipio de Sahuaripa un 24% de la población consume alcohol, 12.7% tabaco, 15.2% se auto médica y el 48.1% dice no tener adicción a alguna droga o estupefacientes.

Fuentes de contaminación

Las principales problemáticas ambientales que aquejan al municipio de Sahuaripa, según lo manifestado en el PEC (op. cit), son las siguientes:

- Contaminación del río Sahuaripa, debido principalmente al desbordamiento de la laguna de oxidación de Arivechi.
- Contaminación por basura en distintas comunidades del municipio, por la falta de confinamientos adecuados.
- Contaminación por falta de drenaje en varias comunidades, por la falta de recursos para su implementación y la carencia de apoyos por parte de las dependencias involucradas.

Según los resultados del PEC (op. cit) las principales problemáticas en materia ambientales en el municipio de Arivechi son las siguientes:

- Contaminación del arroyo Tarachi, provocado por el desbordamiento de los jales de la antigua mina “La Chipriona”, esto ha ocasionado trastornos gastrointestinales en la población, y contaminación del agua del arroyo.
- Además se tiene la contaminación por basura y por falta de drenaje.

Como parte de las actividades para preparar los estudios ambientales base para el área del proyecto La India, se visitaron las comunidades más cercanas, en las cuales se pudo observar una deficiencia en el manejo de residuos domésticos. Tal es el caso de Matarachi, donde no se cuenta con un sitio apropiado para la disposición de basura, generando con esto un problema de contaminación, además la basura es depositada tanto dentro como fuera del basurero, lo que puede ocasionar que por acción del viento y las lluvias los residuos o los lixiviados de los mismos contaminen el suelo y los cauces naturales cercanos (ver fotos abajo).



Foto IV.28. Disposición inadecuada de basura en el camino al basurero (izq.) y sitio para disposición final de la basura (der.), en el poblado de Matarachi, Sonora.

Vías y medios de comunicación

En el municipio de Sahuaripa se cuenta con servicios de correo, telégrafo, teléfono, telefonía rural y televisión. La red de carreteras está integrada por 640 Km, destacando la carretera que comunica la cabecera municipal con la capital del Estado con una distancia de 206 Km, así como la carretera a San Nicolás con una distancia de 103 Km. Y la nueva carretera Sahuaripa-Tepache. También existe una red caminera interna de 327 Km de caminos rurales tipo terracería sin compactar, los cuales comunican a todas las comunidades con la cabecera municipal.

Para llegar al proyecto La India, partiendo de Sahuaripa, se toma el camino que conecta los pueblos de Arivechi, Valle de Tacupeto, Cajón de Onapa y Güisamopa recorriendo 55.3 Km de carretera pavimentada. Después de Güisamopa se toma el camino a la Mina Mulatos, recorriendo 49.8 km de camino de terracería hasta llegar a una intersección, de aquí son 7.4 km hasta el rancho La Amargosa.

En el Municipio hay 7 camiones de pasajeros con 3 salidas diarias a Hermosillo, además de una corrida diaria a Güisamopa y una corrida semanal a Cd. Obregón.

También hay 6 aeropistas en diferentes localidades y un aeropuerto de corto alcance en la cabecera municipal. (PEC, 2005).



Foto IV.29. Camino al área de Ampliación minera La India

IV.2.4.5. Economía

Los municipios de Sahuaripa y Arivechi pertenecen al área geográfica-económica C, a la que le corresponde un salario mínimo de 54.47 vigente a partir del 1 de enero de 2010. Para tener una referencia del salario mínimo por tipo de oficio, a continuación se enlistan algunos, de los cuales pudieran aplicar para las personas que laboran en minas.

- Operador de buldozer y/o trascabo.- \$83.47
- Cocinero.- \$80.44
- Chofer de camión de carga en general.- \$81.31
- Chofer operador de vehículos con grúa.- \$75.37
- Electricista instalador y reparador de instalaciones eléctricas.-\$77.60
- Electricista reparador de motores y/o generadores en talleres de servicio.-\$75.37
- Herrero.- \$76.35
- Mecánico en reparación de automóviles y camiones.- \$82.49
- Soldador con soplete o con arco eléctrico.- \$78.28

Población Económicamente Activa

En el documento sobre panorama básico económico de los municipios de Sonora elaborado por la Secretaría de Economía del Estado, entre otra información se tiene número de habitantes que forman la población económicamente activa de los municipios de Sahuaripa y Arivechi propiamente, además se cuenta con información de las ramas de actividad económica en donde se ocupa la población y los niveles de ingresos de la misma, dicha información se presenta en las tablas IV.67, IV.68 y IV.69. Podemos destacar que en el municipio de Arivechi casi la mitad de los habitantes (488) son económicamente activos, y solo el 0.44% de la PEA está desocupada. En el municipio de Sahuaripa el 0.40% de la PEA está desocupada.

Tabla IV.67. Indicadores de ocupación para los municipios de Sahuaripa y Arivechi

Población de 12 años y más		Sahuaripa		Arivechi	
		número	%	número	%
		4,755	100	1,133	100
Población económicamente activa: Sahuaripa= 1,979 Arivechi= 488	Población ocupada	1,960	41.22	483	42.63
	Población desocupada	19	0.40	5	0.44
Población económicamente inactiva		2,764	58.13	643	56.75
No especificado		12	0.25	2	0.18
Tasas de participación económica (%)		41.6		0.43	

Fuente: Datos del XII Censo General de Población y Vivienda, 2000. Próxima actualización: Diciembre 2011. Fuente: Secretaría de Economía

Tabla IV.68. Ocupación según rama de actividad económica para los municipios de Sahuaripa y Arivechi.

Sector / productividad	Sahuaripa		Arivechi	
	Número de personas	%	Número de personas	%
Población ocupada	1,960	100	483	100
Sector primario ¹	721	36.79	200	41.41
Sector industrial	405	20.66	113	23.40
Minería	17	.87	1	0.21
Electricidad y agua	5	.26	2	0.41
Construcción	280	14.29	83	17.81
Industrias manufactureras	103	5.26	27	5.59
Sector servicios	752	38.37	163	33.75
Comercio	204	10.41	39	8.07
Transporte, correos y almacenamiento	51	2.60	5	1.04
Información en medios masivos	5	0.26	3	0.62
Servicios financieros y de seguros	13	0.66	1	0.21
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles	3	0.15	1	0.21
Servicios profesionales	12	0.61	1	0.21
Servicios de apoyo a los negocios	15	0.77	1	0.21
Servicios educativos	133	6.79	35	7.25
Servicios de salud y asistencia social	45	2.30	7	1.45
Servicios de esparcimiento y culturales	10	0.51	3	0.62
Servicios de hoteles y restaurantes	44	2.24	4	0.83
Otros servicios, excepto gobierno	121	6.17	26	5.38
Actividades de gobierno	96	4.90	37	7.66
No especificado	82	4.18	7	1.45

¹: Agricultura, Ganadería, Caza, Pesca y Silvicultura.

Datos del XII Censo General de Población y Vivienda, 2000. Próxima actualización: Diciembre 2011. Fuente: Secretaría de Economía

El nivel de ingresos de la población ocupada en los municipios de Sahuaripa y Arivechi se muestra en la tabla V.10. No se cuenta con datos de ingresos de las comunidades cercanas al proyecto, con excepción de Tarachi. De las 83 familias que habitan en la comunidad de Tarachi, el 50.6% tienen un ingreso mensual mayor a 1500 pesos, el 38.5% reciben entre 1001 y 1500 pesos, y el 10.9% reciben entre 800 y 1000 pesos mensuales. (Diagnóstico de Salud Tarachi. Secretaría de Salud Pública, Jurisdicción Sanitaria No.1. Febrero 2006-enero 2007).

Tabla IV.69. Nivel de ingresos de la población ocupada en los municipios de Sahuaripa y Arivechi.

	Sahuaripa		Arivechi	
	número	%	número	%
Población Ocupada	1,960	100	483	100
No recibe ingresos	316	16.12	98	20.29
Hasta un salario mínimo	160	8.16	54	11.18
Más de 1 hasta 2 salarios mínimos	639	32.60	158	32.71
Más de 2 hasta menos de 3 salarios mínimos	321	16.38	72	14.91
De 3 hasta 5 salarios mínimos	213	10.87	56	11.59
Más de 5 salarios mínimos	145	7.40	27	5.59
No especificado	166	8.47	18	3.73

Principales actividades económicas

Con información del Programa Especial Concurrente (PEC) para el Municipio de Sahuaripa, 2006-2009, Programa Especial Concurrente (PEC) para el Municipio de Arivechi, 2005 y de la Enciclopedia de los Municipios de México, a continuación se describen las actividades económicas que dan sustento a las localidades del Municipio de Sahuaripa y Arivechi.

Municipio de Sahuaripa

La ganadería es la base principal de la economía del municipio de Sahuaripa y también la principal fuente de empleo. Para este fin se utilizan 537,944-00 hectáreas de agostadero en tres tipos de tenencia, de las cuales: el 24.45% es ejidal, el 2.8% es comunal y el 72.75% es pequeña propiedad. La infraestructura está compuesta de 868 represas de abrevadero, 55 pozos de abrevadero, 1106 aguajes naturales, 4937 hectáreas de zacate buffel (3000 ha del sector ejidal), 450 corrales de encierro, 60 corrales de manejo y 37 baños garrapaticidas.

En el municipio de Sahuaripa la producción se destina principalmente a la venta de becerros en pie para la exportación y en menor escala a la producción de leche, la cual se usa en la elaboración de queso, para venta en el mercado regional principalmente, además genera divisas mediante la exportación de ganado bovino en pie a los Estados Unidos de América.

Dentro del ramo pecuario el principal problema es la comercialización, ya que la falta de financiamiento de los bancos y la desorganización de los pequeños productores los hace presa fácil del intermediarismo provocando que tengan que vender a precios muy bajos.

La agricultura es la segunda actividad económica importante en el municipio de Sahuaripa. Para este fin se utilizan 7,083 ha, de las cuales 1,286 son de riego, 4,365 de temporal y 1,432 son mixtos. Esta actividad se maneja como complemento de la ganadería ya que los cultivos que predominan son forrajeros, y en menor escala se producen granos básicos, como maíz y frijol, así como hortalizas para el autoconsumo.

Se cuenta con infraestructura hidroagrícola suficiente, ya que existe una presa de almacenamiento, llamada Cajón de Onapa, la cual tiene una capacidad de 30 millones de m³, además de la presa derivadora Santo Tomás, que se construyó para el levantamiento del agua que fluye por el río Sahuaripa, para conducirla por los canales de riego.

El sector industrial es de gran importancia para fomentar el desarrollo económico en el Municipio. En años recientes ha repuntado la industria de la madera, existiendo algunos talleres donde se fabrican muebles para uso doméstico y comercial.

Existen además pequeños establecimientos artesanales donde se trabaja la palma y la piel (talabarterías), así como también panaderías, tortillerías, talleres de costura y de herrería; también se industrializa aunque de una manera rústica el maguey, mediante un proceso de destilación para la fabricación de vino (bacanora) el cual tiene una gran demanda en el mercado local y regional.

La minería no destaca como actividad económica del municipio, solo se tienen algunas explotaciones de yacimientos metalúrgicos de pequeños mineros, además de la producción a pequeña escala de piedra laja. Actualmente está en operación la mina "Mulatos", ubicada en la localidad del mismo nombre.

En el sector forestal, se considera que el municipio, presenta un gran potencial de estos recursos, los cuales en la actualidad no se aprovechan al máximo, debido a que no es promocionada esta actividad. Solo existen 3 ejidos que cuentan con recursos maderables susceptibles de explotar, como son: Ejido Tesoripa, Ejido Matarachi (en este ejido ya se ha explotado en pequeña escala) y Ejido Mulatos, además de algunos predios particulares.

La actividad pesquera se explota en forma comercial por medio de un grupo de cooperativistas en la presa "Cajón de Onapa". En el 2005 se implementó un proyecto de Producción de Camarón en Agua Dulce, a escasos 2 Km, al Sur de la cabecera municipal, con el apoyo del programa Alianza Contigo.

La actividad comercial que se desarrolla en el municipio se realiza a través de 87 pequeños locales comerciales. Con respecto a la distribución de los productos, esto se da en dos modalidades: una a través de un almacén de DICONSA localizado en la cabecera municipal, que surte a quince tiendas, ubicadas cuatro en la cabecera municipal y el resto en las comunidades del municipio; la otra forma de distribución se da por medio de proveedores particulares propios de la región y de cadenas comerciales de los grandes centros urbanos.

El sector servicios se presta a través de tres hoteles, dos hosterías, tres restaurantes, seis taquerías, una cenaduría, un expendio- licorería, siete expendios de cerveza, seis bares, dos gasolineras, y un banco todos ubicados en la cabecera municipal.

Municipio de Arivechi

La ganadería es la principal fuente de empleo en el Municipio, la cual se practica en 2 tipos de tenencia de la tierra: la pequeña propiedad y la ejidal. La actividad ganadera se explota en terrenos tipo agostaderos y, en cerril de regular y mala calidad, esto último trae como consecuencia bajos porcentajes de parición. Esta actividad se lleva a cabo en una extensión de 70,932 ha, de las cuales 41,201 son de tenencia ejidal y el resto son de pequeñas propiedad.

La productividad en la ganadería se halla al 50% de su potencial, por lo que apenas subsiste; otra actividad complementaria a la producción de carne es la producción de leche y derivados en la región. También genera divisas mediante la exportación de ganado bovino en pie a los Estados Unidos de Norteamérica.

Según la Enciclopedia de los Municipios de México, 2005, las perspectivas para una mejor producción es el manejo de becerros en engorda para exportación, aunadas a esto las prácticas que vienen mejorando la infraestructura como el desmonte para praderas de zacate buffel, división de agostaderos para lograr una mejor explotación del terreno, la construcción de repesos y pilas de abrevaderos, así como el desalojo de animales improductivos, construcción de caminos internos para comunicaciones de los predios y mejoramiento de corrales de manejo.

La agricultura es la segunda actividad económica en importancia en este municipio. Se cuenta con 1,053 hectáreas agrícolas abiertas al cultivo, de las cuales 573 son de riego y 480 de temporal. Esta actividad es básicamente el sostén de la ganadería ya que es meramente forrajera.

Los principales cultivos son maíz, sorgo, rye grass, avena, alfalfa y cebada. En el año 2005 se realizaron siembras a nivel experimental, con cultivos orgánicos de ajo y otras hortalizas. Como se señala en el PEC, 2006, entre los productores del municipio hay una tendencia a cambiar los sistemas y patrones de producción, ya que ellos están viendo que la agricultura más rentable y comercial no es la forrajera.

La actividad minera en este Municipio se da mediante la explotación de oro, plata, plomo y cobre en cantidades no significativas por lo que no representa una fuente importante de generación de empleos, ya para el 2005 eran 40 hombres los que se dedicaban a esta actividad.

La actividad industrial se desarrolla de una manera muy incipiente, con tecnología rudimentaria y completamente artesanal. Las principales actividades del giro industrial se tienen: la elaboración de artesanías propias de la región como son la confección de tehuas, monturas, producción de escobas de palma y cintos; también se elabora queso cocido. Se cuenta con una agroindustria para deshidratar carne (machaca) para la comercialización en el mercado nacional y de exportación.

Otra de las actividades de transformación que se realiza a nivel familiar principalmente en la localidad de Pónida es la elaboración de cestos, huaris, canastas, forros, escobas, tapetes y abanicos, la materia prima para estos productos es la palma.

También se elabora la tradicional bebida de la región conocida como “bacanora” la cual se hace a base de maguey.

La actividad turística es nula para la generación de empleos, pero los comercios se benefician al recibir visitantes nacionales y regionales que desean conocer los pueblos de la sierra de Sonora.

En cuanto al comercio, se cuenta con 5 tiendas rurales tipo CONASUPO surtidas por el almacén de Sahuaripa y únicamente se abastecen de productos básicos.

Los productos de artesanías que se realizan también se comercializan en los Municipios más cercanos.

Además en el municipio se brindan los servicios de hospedaje, alimentación, reparación de automóviles, gasolineras y trailer's park.

IV.2.4.6. Historia y Cultura

Historia

Desde sus orígenes Sahuaripa estaba habitada por grupos de indígenas Opatas, formando parte de la vasta provincia de Ostimuri, que abarcaba el Este del Estado de Sonora, el Norte del Estado de Sinaloa y la parte Oeste del Estado de Chihuahua la cual antes de la conquista era gobernada por el gran Sisibutari, que era el jefe Máximo que dominaba 70 naciones (aldeas Opatas). Etimológicamente la palabra Sahuaripa, procede del Opata: Sahu (amarillo); Arit (Hormiga) y Pa (lugar), lugar de hormigas amarillas.

Sahuaripa fue fundado el 15 de Mayo de 1627, por el misionero jesuita Pedro Méndez, con el nombre de Nuestra Señora de los Ángeles de Sahuaripa, fue hasta el día 13 de Junio de 1834 cuando por decreto del Congreso del Estado se le concedió la categoría de Villa, siendo ascendida a Ciudad el 13 de Mayo de 1943.

El día 29 de Enero de 1911, en las inmediaciones de la iglesia y de la plaza principal de la cabecera municipal se libró una de las primeras batallas de la Revolución Mexicana, donde participaron soldados Maderistas comandados por el general Severiano Talamante, contra soldados Porfiristas comandados por el general Chapa; en la que fueron derrotados los Maderistas y fusilados en la parte Norte del poblado donde actualmente año tras año se les rinde un homenaje. (PEC, op. cit).

Fiestas tradicionales

Una de las fiestas que se celebran en el municipio de Sahuaripa son las llamadas Guadalupanas, del 11 al 20 de diciembre, para lo que hacen bailes, carreras de caballos y jaripeos. El del 15 al 16 de septiembre se festejan las fiestas patrias.

Otras festividades se llevan a cabo los días 9 y 10 de agosto de cada año en que se celebran las fiestas de San Lorenzo, con la danza de los Matachines, interpretada por los propios pobladores y visitantes que desean hacerlo. De igual forma, los días 24 y 29 de junio, se festejan a San Juan y a San Pedro, con los tradicionales paseos a caballo por las calles de la ciudad. Y el 19 de marzo se celebra a San José.

En la localidad de Tarachi el 15 de mayo de cada año se realizan las tradicionales fiestas de San Isidro Labrador.

Principales atractivos turísticos

En el pueblo de Sahuaripa se tienen monumentos arquitectónicos como la iglesia de la Virgen de Guadalupe que data del siglo XVII. Además como monumento histórico está el dedicado a los Mártires de Sahuaripa: Don Severiano Talamante y sus hijos.

Otras áreas que sirven de atractivo turístico en el municipio son:

La confluencia de los ríos Yaqui y Sahuaripa, donde se encuentra construido el puente “Lic. Armando López Nogales” (encontrándose también algunas pinturas rupestres sobre las rocas, además de ser hábitat natural del Águila calva)

El centro recreativo “El Algibar”, es considerado la principal área de esparcimiento de los sahuaripenses, lugar que según la historia fuera utilizado como santuario ceremonial de los Ópatas.

La Presa “El Cajón de Onapa”, lugar donde se puede practicar la pesca deportiva, existiendo especies exóticas como lobina, tilapia y bagre.

La Puerta del Cajón, es el área preferida para realizar paseos escolares, ya que siempre mantiene agua, además de ser el lugar donde se encontraba el Fuerte Militar de los Indios Ópatas.

Algunos Ranchos Cinegéticos y Ranchos Eco-turísticos como el del grupo de “Los Nueve”, ubicados al noreste de Sahuaripa, aledaños al Rancho Los Pavos propiedad de NATURALIA, A. C., que se mantiene como Área Protegida, única en el Noroeste de México para la reproducción del jaguar.

En el municipio de Arivechi los lugares aptos para el turismo son: El paseo de de aguas termales llamado “El agua caliente”
Las riberas del río Sahuaripa

El Cerro de las Conchas y los parajes naturales de la sierra

También existen algunos ranchos cinegéticos para el aprovechamiento de especies como el guajolote, jabalí, venado cola blanca y codorniz.

Deportes y recreación

En el municipio de Sahuaripa se cuenta con dos estadios de beisbol y otras áreas para practicar el futbol, basquetbol y voleibol.

Para satisfacer las necesidades de recreación entre los habitantes del municipio de Arivechi se cuenta con una sala de cultura y un balneario de aguas termales; para la actividad deportiva se tiene un campo de beisbol, un campo de futbol y una cancha para voleibol.

Religión

La principal religión que se profesa, en las comunidades aledañas al área del proyecto, es la católica.

IV.2.5 Diagnóstico ambiental

El sistema ambiental en el área de Ampliación minera La India se identifica, conceptualiza y caracteriza con base en las propiedades hidrológicas del sector, siendo las microcuencas el factor más significativo para relacionar los distintos componentes del medio. Son cuatro las microcuencas de captación de agua superficial que ocupa el proyecto, mismas que descargan al arroyo San José que eventualmente descarga al arroyo Tarachi y éste a su vez al río Sahuaripa en las inmediaciones de la población de Arivechi, aproximadamente a 40 km en línea recta al NW del sitio. Las microcuencas a ocupar cubren en total una superficie de 2,813.458 ha que corresponden al 4.49%, 0.98% y 0.039% de las cuencas del arroyo Tarachi, río Sahuaripa y río Yaqui respectivamente.

El terreno de estas microcuencas es de topografía abrupta, predominando las laderas de montañas. La vegetación es principalmente bosque de encino y bosque de encino-pino. Solamente en la parte de la unidad ambiental más al Sur, se presenta pastizal inducido en la vecindad de la zona donde el Arroyo Hondo se une al arroyo San José y en la zona circundante al rancho Los Alamillos, mientras que el bosque de pino-encino ocupa pequeñas porciones en la parte Este.

La población local practica como principal actividad productiva la cría de ganado, fundamentalmente bovino. La agricultura se ha desarrollado en pequeñas tierras en la parte baja del Arroyo Hondo. Así mismo, dispersas en la zona se encuentran pequeñas y poco numerosas parcelas abandonadas donde se cultivaron frutales de diversos tipos.

a) Integración e interpretación del inventario ambiental

El inventario del sistema ambiental se desarrolla con base en los apartados descritos en otras partes de este documento para el área de Ampliación minera La India, los cuales se sustentan en metodologías y fuentes primarias de información seleccionadas para permitir la más exacta y fidedigna descripción del sistema ambiental y con ello hacer evidente el valor natural, cultural o histórico del lugar, lo cual es esencial para una buena toma de decisión y gestión ambiental de los recursos del área de estudio.

Con respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) establecidas por la Comisión Nacional para la Biodiversidad (CONABIO), el proyecto se ubica dentro de la RHP No. 16 denominada "Río Yaqui –Cascada Bassaseachic", la cual se clasifica como una región de alta biodiversidad, uso por sectores y amenazada. Por otro lado, queda fuera de las Regiones Terrestres Prioritarias de la misma CONABIO, siendo las más cercanas la "No. 43 Sahuaripa", a 25 km al N en línea recta, y la "No. 36 Yécora-El Reparo" distante aproximadamente 20 km al SW de las posibles obras mineras. Por otro lado, el área de estudio se encuentra apenas por fuera del Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) No. 39 "Cuenca del Río Yaqui", la cual dista 5 km del borde sur del perímetro de estudio.

Se identificaron dos especies de cactáceas con categoría de protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, destacándose su inclusión, junto con otra 3 especies de la misma familia Cactaceae, en el listado de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies y Flora y Fauna Silvestres (CITES). Con respecto a la fauna, 41 especies se incorporan, bajo alguna categoría, en la norma citada y 12 en CITES. Las características y condiciones significativas del lugar se presentan en los siguientes apartados:

Normativos

Los rubros normados relacionados a los distintos aspectos de Ampliación minera La India se enmarcan en las categorías de suelo, agua, flora y fauna.

La caracterización del suelo se realizó con base en las directrices de la norma oficial mexicana NOM-021-RECNAT-2000 que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, mientras que el análisis de metales contaminantes fue realizado conforme a la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, lo que reveló, entre otros aspectos, que el pH varía entre 4.45 y 6.47 mientras que los valores de calcio son muy bajos, los de magnesio variables y los de potasio varían de medios a altos. El contenido de materia orgánica también se presenta en un rango de bajo a medio, siendo adecuados los micronutrientes fierro, cobre, manganeso y zinc, aunque se considera que, por su capacidad de intercambio catiónico, el suelo no presenta una reserva nutrimental alta. No se detectaron problemas de contaminación por arsénico, bario, cadmio, cromo total, níquel, mercurio, plata, plomo y selenio, pues los valores presentes en el suelo son menores a los niveles de detección y, por tanto, a los que establece la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004.

Los estándares establecidos en los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89 fueron el marco de referencia para evaluar la calidad del agua superficial, detectándose altos niveles de aluminio, en todos los sitios y ciclos de muestreo, para su uso como agua potable (0.02 mg/L) y para la protección de la vida acuática (0.05 mg/L), mientras que en el arroyo La Amargosa y en la parte denominada "aguas arriba" del arroyo Hondo, además se rebasa el valor límite (5 mg/L) para el uso pecuario. El cadmio se presenta dentro de la norma, excepto en las muestras aguas abajo, de marzo y junio del 2009, del arroyo La Cieneguita, en las que ese elemento encontró en el límite o casi en el límite para agua potable, pero por debajo del de uso pecuario. Igualmente, con valores muy por debajo de norma se tiene al boro, cianuro, cobre, arsénico, antimonio, bario y coliformes totales, mientras que la acidez es notable en el agua de los arroyos La Cieneguita, La Amargosa y Hondo, éste último en las muestras aguas arriba. El arroyo San José presenta condiciones alcalinas.

Los datos de calidad del agua subterránea son escasos a este momento, disponiéndose solamente del análisis de dos muestras tomadas en dos barrenos ubicados en la vecindad de los ranchos La Cieneguita y La Amargosa. Su valoración se desarrolló con base en la norma NOM-127-SSA1-2000, resultando en ambos casos excedidos los valores de fierro, aluminio, plomo y manganeso, mientras que en la muestra en La Cieneguita, se rebasaron también los mínimos permitidos para el consumo humano de mercurio, cromo, zinc, arsénico y cadmio.

En materia de flora y fauna es la NOM-059-SEMARNAT-2010 la que regula los inventarios presentes. En flora son dos especies (3.5% del total) de cactáceas las incluidas en dicha norma en la categoría de estatus de protección especial, siendo ambas endémicas a esta región. Las especies son *Echinocereus stoloniferus* (órgano pequeño de espolones) y *Mammillaria miegiana* (biznaga). Además, las cinco especies identificadas en el área de la Familia Cactaceae se incluyen en el Apéndice II de CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies y Flora y Fauna Silvestres).

Del inventario de fauna, el 16.7% (41) de las especies se encuentra incorporado en alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, siendo las aves el grupo con mayor cantidad de especies (13) enlistadas, seguidas por los reptiles (11). Por otra parte, el 4.9% (12) de las especies en la zona están bajo la regulación de CITES.

De diversidad

Con base en la información disponible y los datos de campo, puede decirse que el área posee una buena diversidad. El inventario florístico refleja un sustantivo número de especies, bien relacionadas entre sí, debido al alto parentesco entre las mismas, al pertenecer más del 50% de las especies a sólo 6 familias taxonómicas. A su vez, el arreglo faunístico corresponde a 243 especies, de 86 familias, con distribución en el área, de las cuales 72 fueron directamente detectadas en el proyecto minero.

Rareza

Ninguno de los aspectos del sistema ambiental que han sido analizados y descritos en el presente trabajo posee características o cualidades que permitan considerarlos como singulares o raros. El tipo climático, el arreglo geológico, el conjunto fisiográfico, los tipos y asociaciones de suelos, la cuenca, los patrones de drenaje y disponibilidad de agua, la flora y fauna, así como los elementos socioeconómicos son compartidos a nivel regional con la porción Este-Central del Estado de Sonora, siendo el caso que el sistema natural no presenta condiciones singulares, únicas o excepcionales para el sitio del proyecto.

Naturalidad

El área estudiada para la Ampliación minera La India presenta buenas condiciones de naturalidad, toda vez que pequeños parches de su superficie se encuentra perturbada por acción del hombre en la forma de desmontes para agricultura, actividad ganadera, caminos y actividades relacionadas con la exploración minera. De esta forma, la mayor parte del terreno presenta cobertura natural dominada por bosque de encino-pino seguido por bosque de encino.

Estas condiciones de débil modificación, aunadas al arreglo fisiográfico de montaña, le brindan valor al área paisajísticamente hablando. Sin embargo, el sistema ambiental y las obras mineras a desarrollar solamente pueden ser observados desde lugares sin población y, principalmente, sin formas de acceso.

Grado de aislamiento

No existen condiciones de aislamiento de ninguno de los elementos naturales descritos para el área de estudio, la cual posee características similares, en cuanto los elementos florísticos, faunísticos, climáticos, geológicos, fisiográficos, edafológicos e hidrológicos, con esta sección de la Sierra Madre Occidental.

En términos socioeconómicos, el área de estudio presenta un cierto grado de aislamiento, toda vez que son muy pocos los vecinos de los escasos ranchos en la misma, y también a que el área no es paso de caminos vecinales que conectan a las distintas comunidades de la región. Los caminos de acceso al área son escasos y muestran condiciones que muchas veces requieren de vehículos doble tracción. Así mismo, dado lo accidentado de la topografía, el área no puede ser observada desde las comunidades de la zona ni de los caminos que las unen, como es el caso de Matarachi, La Iglesia y el Trigo de Corodepe, ubicados a 2.2km, 1.1 km y 4.6 km respectivamente de las líneas limítrofes del proyecto estudiado.

Integridad Funcional

La integridad funcional del ecosistema no se encuentra afectada dada el bajo nivel de perturbación que presentan los componentes naturales. Esto es evidenciado por la relación de parentesco de la flora inventariada además de que el arreglo faunístico permite indicar que las cadenas tróficas están bien relacionadas. Haciendo un análisis de la información presentada en el capítulo IV, sobre caracterización del medio natural y socioeconómico en la zona del proyecto, se establece que la zona en general mantiene un buen grado de conservación del sistema ambiental, con excepción de las zonas de exploración donde se ha construido una red de caminos.

Riesgos/vulnerabilidad

No se reconocieron eventos geológicos que pongan en riesgo los atributos descritos de Ampliación minera La India. No existe manifestación de actividad volcánica reciente ni rasgos geomorfológicos o de otro tipo que indique sismicidad activa, por lo que es seguro concluir que la región es tectónicamente inactiva, lo mismo que lo referente a riesgos asociados a inundaciones. En virtud de las condiciones climáticas y de altas pendiente en las laderas, los principales riesgos geológicos de mayor factibilidad para el área, son los movimientos de masa promovidos por la gravedad y los fenómenos hidrometeorológicos, siendo más susceptibles aquellos sitios con altas pendientes, abundante fracturamiento, alto echado de los bloques rocosos, y con abundante manto coluvial. La baja perturbación de la cobertura vegetal del área, brinda adecuada protección a la erosión y estabilidad a los suelos, los cuales no están tan bien desarrollados en las zonas de pendientes mayores, presentándose en tales lugares como lentes o bolsas discontinuas e irregulares sobre el lecho rocoso o sobre el material coluvial. Su estabilidad está directamente relacionada a la inclinación de la superficie del terreno.

Se considera que el componente ambiental más vulnerable del área del Proyecto La India corresponde a la hidrología superficial, ya que en casos de escurrimientos por derrames, y sin considerar obras de control, estos se moverían por la red, con perfiles de alta inclinación, de los arroyos La Cieneguilla, La Amargosa y Arroyo Hondo al arroyo San José sobre el cual se presentan aguas abajo del área tierras de cultivo. Las altas pendientes, en conjunto con las características litológicas del área, salvo en los lugares de alto fracturamiento, no facilitan en términos relativos la infiltración al subsuelo.

b) Síntesis del inventario

Las unidades ambientales se definieron con la ayuda del sistema de información geográfica que se constituyó en ArcGIS para comprender mejor el entorno natural y sus dinámicas, el cual permitió un análisis más integral de la información temática espacial mediante la técnica de la sobreposición de los distintos mapas generados y de otra información con elementos espaciales. Retomando los valores de la tabla IV.1 tenemos que la ubicación de El polígono que componen la Ampliación minera La India, tienen la siguiente distribución:

Tabla IV.70. Ubicación de las obras mineras en las unidades ambientales

Unidad	Tipo de vegetación	Suelo	Geología	Geomorfología/pendiente	Hidrología Superficial	Hidrología subterránea	Superficie de ocupación (ha)		Superficie total de la UA (ha)
							Actual mina La India (ha)	Proyectada en la ampliación (ha)	
1	BQ, BQP	Re+Ah+Lv/2/L	RIO; TOBD; TOBA; IND; BASmv	UG 1.1; UG 1.2; UG 2.2	RH9, Cuenca B, Río Yaqui, subcuenca n Sahuaripa, microcuenca Arroyo San José, submicrocuenca <u>La Cieneguilla</u> ; C.E. 10-20%	UPM; UPB; UPA	206.568	417.65	688.234
2	BQP, BQ, BPQ	Re+Ah+Lv/2/L	TOBA; RIO; TOBD; IND; CONcg	UG 1.1; UG 2.2; UG 1.2	RH9, Cuenca B, Río Yaqui, subcuenca n Sahuaripa, microcuenca Arroyo San José, submicrocuenca <u>La Amargosa</u> ; C.E. 10-20%	UPA; UPB; UPM	224.567	312.143	556.935
3	BQP, BQ, PI, BPQ	Re+Ah+Lv/2/L; Hh/2/L; Hh+Re/2/L	TOBD, RIO, TOBA, CONcg, CONss, BASmv, PORA	UG 1.1, UG 2.1, UG 1.3, UG 2.2	RH9, Cuenca B, Río Yaqui, subcuenca n Sahuaripa, microcuenca Arroyo San José, submicrocuenca <u>Arroyo Hondo</u> ; C.E. 10-20%	UPB, UPA, UPM	98.42	1363.541	1,568.29
4	BQP, BQ, BPQ	Re+Ah+Lv/2/L; Hh/2/L; Hh+Re/2/L	TOBD; RIO; TOBA; CONcg; CONss; BASmv; PORA	UG 1.1; UG 2.1; UG 1.3	RH9, Cuenca B, Río Yaqui, subcuenca n Sahuaripa, microcuenca Arroyo San José, submicrocuenca <u>La Yerbabuena-Ostimuri</u> ; C.E. 10-20%	UPB; UPA	2.56	189.876	1312.9101
3	BQP, BQ, BPQ	Re+Ah+Lv/2/L; Hh/2/L; Hh+Re/2/L	TOBD; RIO; TOBA; CONcg; CONss; BASmv; PORA	UG 1.1; UG 2.1; UG 1.3; UG 2.2	RH9, Cuenca B, Río Yaqui, subcuenca n Sahuaripa, microcuenca La Chipriona, submicrocuenca <u>La Chipriona</u> ; C.E. 10-20%	UPB; UPA; UPM	7.71	495.678	1815.13
							539.825	2778.888	

3318.713

Vegetación: BQ= Bosque de encino; BQP= Bosque de encino-pino; BPQ= Bosque de pino-encino; PI= Pastizal inducido

Suelo: Re+Ah+Lv/2/L= Regosol éutrico, acrisol húmico, luvisol vértico, fase textural media, fase física lítica; Hh/2/L= Feozem háptico, fase textural media, fase física lítica; Hh+Re/2/L= Feozem háptico, regosol éutrico, fase textural media, fase física lítica

Geología: RIO= Unidad de riolita; TOBD= Unidad de tobas dacíticas; TOBA= Unidad de tobas andesíticas; IND= Tobas andesíticas y dacíticas indiferenciadas; BASmv= Unidad de andesita basáltica; CONcg= Unidad de conglomerado: subunidad de conglomerado; CONss= Unidad de conglomerado: subunidad de arenisca; PORA= Pórfido andesítico

Geomorfología/pendiente: UG 1.1= Unidad Geomorfológica 1.1: Laderas de montañas, picos cónicos, altas elevaciones, predominan pendientes mayores a 25°; UG 1.2= Unidad Geomorfológica 1.2: Laderas de montañas y cerros, rasgos lineales N-S, abundantes pendientes <25°, pocas > 100%; UG 1.3= Lomas y cerros con cimas redondeadas, predominan pendientes <25°, escasas pendientes >100%; UG 2.1= Lomas y cerros altos, llanuras pequeñas, cerros con escarpes, geoformas elongadas N-S, abundantes pendientes <10°; UG 2.2= Laderas de cerro alto, comunes todos los rangos de pendientes.

Hidrología Superficial: C.E.

Hidrología Subterránea: UPA= Unidad con posibilidades altas; UPM= Unidad con posibilidades medias; UPB= Unidad con posibilidades bajas

De esta forma, se determinó que el componente más significativo para la definición de unidades ambientales lo constituye la hidrología superficial. Se establecieron cinco unidades ambientales con base en las cuencas de captación de escurrimiento en las que se asentarán las obras mineras (figura IV.1 mostrada al inicio de este capítulo en el apartado IV.1). La tabla IV.2 mostró previamente las características de estas unidades ambientales con base en los diferentes componentes del ambiente.

Unidad ambiental 1

Esta unidad ambiental es la que se encuentra más al N de todas (figura IV.1). Cubre una superficie total de 688.234 has, de las cuales apenas 10.59 ha encuentran dentro de los límites del proyecto de influencia de las obras mineras. Geográficamente corresponde con la microcuenca del arroyo La Cieneguita. La vegetación que predomina en la unidad es el bosque de encino. En mucho menor proporción se presenta el bosque de encino-pino en su porción oriental, en donde posiblemente se construyan tajos y parte de un patio. Los suelos mas abundantes son los regosoles éutricos, seguidos por los acrisoles húmicos y los luvisoles vérticos. En cuanto a la geología, la Unidad de riolita subyace la mayor parte del territorio de la unidad, encontrándose en su parte más al E las unidades de tobas andesíticas y la de tobas dacíticas.

Tres unidades geomorfológicas concurren aquí, reflejando su distribución la variación en la elevación del terreno. La unidad geomorfológica 1.1 se ubica al E donde se presentan las alturas mayores y pendientes mayores. En la parte media encontramos a la unidad geomorfológica 1.2 que comprende la zona al W y NW del rancho La Cieneguita con rasgos lineales orientados N-S, mientras que en el occidente ocurre la unidad geomorfológica 2.2 en la que dominan las laderas de cerros altos.

Los componentes críticos de la unidad ambiental 1 son:

- La intercepción del curso alto del arroyo La Cieneguita, lo que es significativo ya que aguas arriba de la intersección se ubica aproximadamente más de la tercera parte de la cuenca del citado arroyo, parte que además corresponde a su cabecera. De esta forma, se puede ver afectado el flujo de agua en esta microcuenca.
- La alteración de la misma porción mencionada en el número anterior, de la microcuenca del arroyo La Cieneguita por el desarrollo de tajos para la extracción del mineral.
- La afectación, por el área de minado Norte, del valle que ocupa el tributario orientado N-S que se une al arroyo La Cieneguita en las cercanías del rancho del mismo nombre. Esta construcción modificará la superficie del terreno y tendrá un impacto, en conjunto con los dos puntos anteriores, en el régimen hidrológico de la microcuenca La Cieneguita.
- Las afectaciones relacionadas a la construcción y operación de las requeridas tepetateras.
- El potencial incremento de la carga de sedimentos a los arroyos locales por erosión de caminos, instalaciones y desmontes en caso de que no se mantengan y operen adecuadamente las obras de control requeridas.
- La modificación al paisaje por el apilamiento de material, lo que crearía nuevos elementos topográficos positivos, así como por el desarrollo de tajos, mismos que corresponden con rasgos topográficamente negativos de carácter permanente.

Unidad ambiental 2

La unidad ambiental 2 es de forma alargada con orientación NE-SW, cubriendo una superficie de 556.935 ha de las que 48.42 ha se encuentran dentro del proyecto con ocupación de las áreas de proceso y de servicios. La unidad ambiental 2 corresponde espacialmente con la microcuenca del arroyo La Amargosa.

El bosque de encino-pino constituye el arreglo vegetativo predominante en la unidad ambiental, seguida por el bosque de encino, encontrado en el extremo SW y en la porción central-Norte de la unidad. Con menor distribución se tiene bosque de pino-encino en la terminación NE de la misma, lo que corresponde con la ladera del cerro El Realito, cuyo pico al NE constituye la mayor elevación del área de estudio (figura IV.58). En la porción que se ubica dentro del área de influencia de las obras mineras domina el bosque de encino-pino, existiendo una pequeña área de bosque de encino al N y al SW del rancho La Amargosa (figura IV.58).

En general, el suelo predominante es el regosol éutrico, seguido por los suelos más desarrollados y con mayor contenido de arcillas clasificados como acrisoles húmicos y luvisoles vérticos. El coeficiente de escurrimiento, relacionado con el material geológico subyacente y las pendientes presentes, varía del 10 al 20%. En la mayor parte de la unidad, ubicada dentro del proyecto de influencia de las obras mineras, se presentan, con relación a la hidrología subterránea, unidades con posibilidades altas y medias. En los extremos NW y SW de la misma ocurren unidades hidrogeológicas con posibilidades bajas de funcionar como acuífero.

Al igual que en el caso anterior, geomorfológicamente encontramos a la unidad geomorfológica 1.1 en la mitad NE de la unidad ambiental 2, que es donde se dan las principales alturas y pendientes. La unidad geomorfológica 1.2 se observa en una pequeña porción en la parte central-Norte de esta unidad ambiental, mientras que la unidad geomorfológica 2.2 está presente en su tercio SW. Esta distribución es similar a la de las pendientes y elevaciones del terreno, las cuales se encuentran en el NE las mayores y en SE las menores.

Unidad ambiental 3

La unidad ambiental 3 es de forma alargada con orientación NE-SW, cubriendo una superficie superior al marco de referencia del proyecto de las que 87.35 ha se encuentran dentro del proyecto con ocupación de las áreas de proceso y de servicios. La unidad ambiental 3 corresponde espacialmente con la microcuenca Arroyo Hondo.

El bosque de encino-pino constituye el arreglo vegetativo predominante en la unidad ambiental, seguida por el bosque de encino, encontrado en el extremo SW y en la porción central-Norte de la unidad. Con menor distribución se tiene bosque de pino-encino en la terminación NE de la misma, lo que corresponde con la ladera del cerro El Realito, cuyo pico al NE constituye la mayor elevación del área de estudio (figura IV.58). En la porción que se ubica dentro del área de influencia de las obras mineras domina el bosque de encino-pino, existiendo una pequeña área de bosque de encino al N y al SW del rancho La Amargosa.

En general, el suelo predominante es el regosol éutrico, seguido por los suelos más desarrollados y con mayor contenido de arcillas clasificados como acrisoles húmicos y luvisoles vérticos. El coeficiente de escurrimiento, relacionado con el material geológico subyacente y las pendientes presentes, varía del 10 al 20%. En la mayor parte de la unidad, ubicada dentro del proyecto de influencia de las obras mineras, se presentan, con relación a la hidrología subterránea, unidades con posibilidades altas y medias. En los extremos NW y SW de la misma ocurren unidades hidrogeológicas con posibilidades bajas de funcionar como acuífero.

Unidad ambiental 4

La unidad ambiental 4 es de forma alargada con orientación NE-NO, cubriendo una superficie superior al marco de referencia del proyecto de las que apenas 2.56 ha se encuentran dentro del proyecto con ocupación de las áreas de proceso y de servicios. La unidad ambiental 4 corresponde espacialmente con la microcuenca La Yerbabuena.

El bosque de encino-pino constituye el arreglo vegetativo predominante en la unidad ambiental, seguida por el bosque de encino, encontrado en el extremo SW y en la porción central-Norte de la unidad. Con menor distribución se tiene bosque de pino-encino en la terminación NE de la misma, lo que corresponde con la ladera del cerro El Realito, cuyo pico al NE constituye la mayor elevación del área de estudio (figura IV.58). En la porción que se ubica dentro del área de influencia de las obras mineras domina el bosque de encino-pino, existiendo una pequeña área de bosque de encino al N y al SW del rancho La Amargosa (figura IV.58). En general, el suelo predominante es el regosol éutrico, seguido por los suelos más desarrollados y con mayor contenido de arcillas clasificados como acrisoles húmicos y luvisoles vérticos. El coeficiente de escurrimiento, relacionado con el material geológico subyacente y las pendientes presentes, varía del 10 al 20%. En la mayor parte de la unidad, ubicada dentro del proyecto de influencia de las obras mineras, se presentan, con relación a la hidrología subterránea, unidades con posibilidades altas y medias. En los extremos NW y SW de la misma ocurren unidades hidrogeológicas con posibilidades bajas de funcionar como acuífero.

Unidad ambiental 5

Esta unidad ambiental es la que se encuentra más al Este de todas. Cubre una superficie total de 666.18 has, ocupando apenas 7.71 ha. Geográficamente corresponde al Oeste con la microcuenca del arroyo La Cieneguita. Es la unidad ambiental menos ocupada por la Ampliación minera La India.

La vegetación que predomina en la unidad es el bosque de encino-pino y de pino encino. En mucho menor proporción se presenta el bosque de encino en su porción oriental.

Los suelos mas abundantes son los regosoles éutricos, seguidos por los acrisoles húmicos y los luvisoles vérticos. En cuanto a la geología, la Unidad de riolita subyace la mayor parte del territorio de la unidad, encontrándose en su parte más al E las unidades de tobas andesíticas y la de tobas dacíticas.

Tres dos geomorfológicas concurren aquí, reflejando su distribución la variación en la elevación del terreno. La unidad geomorfológica 1.1 se ubica al E donde se presentan las alturas mayores y pendientes mayores, mientras que en el occidente ocurre la unidad geomorfológica 2.2 en la que dominan las laderas de cerros altos.

Los componentes críticos de la unidad ambiental son:

- La alteración de la porción Oeste extrema, de la microcuenca del arroyo La Chipriona por el desarrollo de exploración antecedente en el sitio.
- La ocupación del área de campamento y rehabilitación de caminos de acceso, así como el desmonte de una porción del área de minado Norte.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

La metodología seleccionada para la identificación y evaluación de impactos ambientales es la Matriz de Leopold, como base en la interpretación de la magnitud e importancia del proyecto (Matriz de significancias). El proyecto consiste en superficies adicionales para el minado mediante la explotación de un yacimiento contenido de oro y plata por el método de tajo abierto y la inclusión de la superficie a las obras ya autorizadas.

El desarrollo de un proyecto minero presenta diferentes impactos al ambiente, en función de las características propias del yacimiento a explotar, el método de minado y el proceso metalúrgico de beneficio de los metales de interés. Asimismo, según los rasgos y características del entorno natural y socioeconómico en donde se enmarca el proyecto, se definen los indicadores de impacto y el tipo de medidas de mitigación y monitoreo que se deben establecer para minimizar y vigilar la potencial afectación a los sistemas naturales. Con base en revisiones bibliográficas y estudios de campo se hace un análisis sobre las condiciones del medio natural y socioeconómico y se utilizan herramientas para identificar y valorar los principales impactos al entorno, tanto negativos como positivos, que se esperan por el desarrollo del proyecto.

Para la caracterización del sistema ambiental se aplica las siguientes herramientas y métodos:

- Superposición cartográfica de los diferentes componentes ambientales y el arreglo de obras mineras.
- Observaciones y estudios de campo sobre flora, fauna, suelo y agua.
- Fotografía aérea e imágenes de satélite del área de estudio
- Políticas y decretos de áreas naturales y planes de ordenamiento y desarrollo a nivel municipal, estatal y federal.
- Monitoreo ambiental para conocer las condiciones base de la calidad del agua, suelo sedimentos y aire.

V.1.1 Indicadores de impacto

La metodología que se utiliza en la Ampliación minera La India se basa en la identificación, predicción y evaluación de los impactos ambientales considerando las características del proyecto, cubriendo sus diferentes etapas.

Mediante una revisión exhaustiva del proyecto, se elaboró el inventario de las actividades que intervienen, dando como resultado cuatro etapas del proyecto, que involucran un total de 31 actividades. La etapa de preparación del sitio presenta 6 actividades, la construcción con 8, en operación y mantenimiento con 12 y la etapa de abandono con 5 actividades, mismas que se señalan en la tabla V.1 de este documento.

Tabla V.1. Listado de actividades del proyecto por etapas.

Preparacion del sitio	Planeacion diseño e ingeniería
	Estudios de línea base
	Permisos y autorizaciones
	Rescate y protección de especies de flora y fauna de interés
	Transplante y reforestacion
	Recuperacion y resguardo de suelo fértil
Construccion	Desmonte y despalmes del terreno
	Movimiento de maquinaria y equipo
	Cortes y rellenos
	Construcción de obras de apoyo temporal y de servicios
	Infraestructura y equipamiento minero y de servicios
	Obras de control de caminos, escurrimiento, cercado y monitoreo
	Manejo de residuos
Operación y mantenimiento	Señalización y seguridad del personal e instalaciones
	Plan de minado, barrenación y voladuras
	Extracción, cargado y acarreo de mineral y tepetate
	Depósito de material estéril en terrero
	Depósito de mineral hacia el área de trituración
	Operación y manejo seguro de equipo de mina
	Suministro y manejo de sustancias químicas
	Planes de seguridad y emergencia
	Capacitación del personal
	Procedimientos seguros de trabajo por área minera
	Manejo de residuos
	Mantenimiento de maquinaria y equipo
Cierre y abandono	Supervisión y controles ambientales
	Actividades concurrentes previo al cierre
	Desmantelamiento de obras
	Estabilización de taludes (área de terreros y tajos)
	Restauración biológica
	Monitoreo posterior al cierre

Los componentes del sitio fueron seleccionados tomando en consideración la estructura y el diagnóstico del Sistema Ambiental del proyecto. Los componentes están agrupados en medio físico, biológico, paisaje, socioeconómico y de gestión ambiental, misma que cubren 11 rubros y un total de 40 atributos ambientales, de acuerdo a lo señalado en la tabla V.2 de este documento.

Para la identificación de impactos, se diseñó una matriz de interacción basada en la Matriz de Leopold y adaptada a las condiciones particulares del proyecto, en la cual se correlaciona las actividades que se realizarán durante las diferentes etapas del proyecto, con los atributos ambientales; en la que cada intersección de columna y renglón determina el impacto que tiene posibilidad de ocurrir en las diferentes etapas del proyecto. Para el llenado de la matriz de identificación de impactos, se empleó la siguiente simbología:

Tabla V.2 Componentes del sistema ambiental del proyecto

Ambiente	Rubro ambiental	Atributo / Cualidad
Ambiente físico	Atmósfera	Generación de polvos
		Ruido y vibraciones
		Humos y olores
		Calidad del aire
	Geología	Relieve
		Geoformas
	Suelo	Propiedades del suelo
		Erosión
		Uso actual
		Calidad del suelo
		Estabilidad del suelo
	Agua superficial y subterránea	Calidad
		Disponibilidad
		Patrón de drenaje
		Nivel freático
Ambiente biológico	Vegetación y flora	Cubierta vegetal
		Especies protegidas o de interés especial
		Habitat especial
		Atributos florísticos
		Condición actual
	Fauna	Distribución y abundancia
		Especies protegidas o de interés especial
		Condiciones del Hábitat
Paisaje	Funcionalidad del sistema	
	Cualidades estéticas	
	Fragilidad del ecosistema	
Ambiente socioeconómico	Población	Arreglo visual
		Demografía y migración
		Actividades recreativas y culturales
	Servicio	Calidad de vida
		Servicios e infraestructura
		Vialidades y acceso
	Economía	Interacción de las comunidades
		Economía regional
		Empleo y mano de obra
		Actividades productivas
Gestión ambiental	Tenencia de la tierra	
	Normatividad ambiental	
	Manejo y administración del riesgo ambiental	
		Seguimiento ambiental del proyecto

- A = Adverso significativo, cuando el impacto sobre el factor incide en forma negativa o lo puede modificar durante un lapso de tiempo prolongado.
- a = Adverso poco significativo, cuando el factor incide en forma negativa, pero la alteración no se manifiesta en gran medida.
- B = Benéfico significativo, en el caso en que la actividad prevista forma parte de una acción positiva o sus efectos repercuten sobre una acción positiva.
- b = Benéfico poco significativo, cuando la actividad dentro de la obra, beneficia de alguna manera al medio.

Las celdas vacías representan las etapas del proyecto que no presentan impacto sobre los recursos.

El proyecto involucra un total de 1240 interacciones potenciales, donde la matriz de cribado mediante Leopold (1990) destacó 404 interacciones directas (32% de relación directa actividad del proyecto *versus* atributo ambiental). Para ello, primeramente se marcó todos los impactos identificados, cruzando los componentes y factores ambientales con las diversas actividades del proyecto, mismas que se muestran en la Tabla V.3 de identificación de impactos ambientales.

Los impactos benéficos representan para el proyecto el 71.79% del total con duración extensa durante la vida útil de la mina, mientras que los impactos adversos son el 28.22%, mismo que ocurren principalmente en las primeras etapas del proyecto y posteriormente es controlable y/o reversible como se destaca más adelante.

Los impactos benéficos significativos (11.39% del total) superaron a los impactos adversos significativos (7.18% del total). Igualmente los impactos benéficos poco significativos (60.4% del total) superaron a los impactos adversos poco significativos (21.04% del total), lo que se confirma con la aplicación de la valoración de magnitud y significancia para la evaluación de los impactos, según se describe más adelante.

Con base en el análisis realizado sobre la matriz de identificación de impactos, se encontraron que las 404 interacciones entre los atributos del ambiente y las actividades están distribuidas en 121 del medio natural abiótico (29.95% del total), 51 del medio natural biótico (12.62%), 30 en paisaje (7.43%), 138 del medio socioeconómico (34.16%) y 64 en gestión ambiental (15.84% de las interacciones).

Visto desde la perspectiva de las etapas del proyecto, 75 interacciones son aportadas en la etapa de preparación del sitio (18.81% del total), 105 interacciones (25.99%) en la etapa de construcción, 168 interacciones en la etapa de operación y mantenimiento (equivalentes al 41.58% de todas las interacciones) y 55 interacciones (13.61%) en la etapa de cierre y abandono del proyecto.

Tabla V.3. Matriz de identificación de impactos ambientales de ampliación minera La India

		Preparación del sitio										Construcción										Operación y mantenimiento										Cierre y abandono									
		Planación final de la zona	Estudios de línea base	Permisos y autorizaciones	Medición y protección de especies de flora y fauna de interés	Transplante y reforestación	Recuperación y reemplazo de suelo fértil	Desmonte y dragado del terreno	Movimiento de maquinaria y equipo	Cercos y vallados	Construcción de obras de apoyo temporal y de servicios	Subestructuras y equipamiento minero y de servicios	Obras de control de erosión, escurrimientos, cercado y drenaje	Manejo de residuos	Satisfacción y seguridad del personal y comunidades	Plan de minado, barreración y ventilación	Extracción, cargado y acarreo de minerales y legados	Deposito de material estéril en terreno	Deposito de chatarra y desechos de construcción	Deposito de chatarra y desechos de mina	Seguridad, manejo seguro de equipo de mina	Suministro y manejo de sustancias químicas	Planes de seguridad y emergencia	Capacitación del personal	Procedimientos seguros de trabajo por área minera	Manejo de residuos	Mantenimiento de maquinaria y equipo	Seguimiento y control de contaminación ambiental	Actividades concurrentes previo al cierre	Desmantelamiento de obras	Estabilización de taludes (leve de terreno y talud)	Reforestación biológica	Monitoreo posterior al cierre								
Ambiente físico	Atmósfera	Generación de polvo					a	A	a	a			a			A	a																								
		Ruido y vibraciones						A	a	a	a	a				A	a	a	a	b																					
		Humos y olores						A	a	a	a					A	a																								
		Calidad del aire	B				a	A	a	a			a		b	A	a			b							a	b	B	b				B							
	Geología	Relieve	B					A		a						A			a																						
		Geomorfos								a						A			a	b																					
		Propiedades del suelo		B				A						b																											
	Suelo	Erosión				b	b						b																					B							
		Uso actual	A		B		a	A																				a	a	B	B				b						
		Calidad del suelo					b									b												a	a	B	B										
		Estabilidad del suelo				b	b	A									a			b												b		B							
Calidad			B										b		b													b	B	b		b									
Ambiente biológico	Agua superficial y subterránea	Disponibilidad	A	a	a								b																												
		Patrón de drenaje						b	A		a			b	b									a									b	b							
		Nivel freático		a																													b		B						
		Cubierta vegetal	B	A		b		A																									B	B							
		Especies protegidas o de interés especial	B	A	a	b		a					b																												
	Vegetación y flora	Habitat especial						a																																	
		Atributos florísticos			a			a																																	
		Condición actual	A	B	a			a																					b	b											
		Distribución y abundancia	B	a		b		A	a				b		b																		B	b							
		Especies protegidas o de interés especial	B	a		b		a																											b						
Fauna	Condiciones del Hábitat	B			b		a		a																									b							
	Funcionalidad del sistema	B					a							b																				b							
	Calidades estéticas	B					a	a								a																	b		b						
	Fragilidad del ecosistema	A	B			b	A							b														a					b		b						
	Arreglo visual	B				b	a		a	a			b			a		A														b	b		b						
Ambiente socioeconómico	Población	Demografía y migración	B																																						
		Actividades recreativas y culturales	B					a																																	
		Calidad de vida	B	B	B		b	a						b	b						b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b						
	Servicio	Servicios e infraestructura	B	B				b	b	b	b	b		b	b	b												b	b	b			b	b	b						
		Viabilidades y acceso			B																	b							b	b	b			b	b						
		Interacción de las comunidades		B																		b	b	b	b																
		Economía regional	B	B	b				b	b	b	b																	b					b							
	Económica	Empleo y mano de obra			b	b		b	b	b	b	b				b	b											b	b	b	b			b	b						
		Actividades productivas	B	B	B				b	b	b	b				b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b							b	b							
		Tenencia de la tierra	B		b																													b	b						
Normatividad ambiental		B	B		b	b	b					b	b	b		b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	a		b	b						
Gestión ambiental	Manejo y administración del riesgo ambiental		B																		b	a	b	b	b	b	b					A		b							
	Seguimiento ambiental del proyecto				b	b	b					b									b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b							

La tabla V.4 muestra el balance de los impactos cualitativos benéficos y adversos plasmados en la matriz de identificación de impactos. La tabla V.5 presenta el resumen de los impactos cualitativos por etapas del proyecto.

Tabla V.4 Resumen de la matriz de identificación de impactos ambientales según los componentes del sistema ambiental.

			Valores por componentes ambientales				Valores por rubro ambiental				Valores por ambiente en sitio			
			a	A	b	B	a	A	b	B	a	A	b	B
Ambiente físico	Atmósfera	Generación de polvos	7	2	2	0	34	11	9	4	54	20	33	14
		Ruido y vibraciones	11	2	1	0								
		Humos y olores	6	2	2	0								
		Calidad del aire	10	5	4	4								
	Geología	Relieve	2	2	0	1	4	3	1	1				
		Geoformas	2	1	1	0								
	Suelo	Propiedades del suelo	0	1	1	1	5	4	11	6				
		Erosión	0	0	3	1								
		Uso actual	1	2	1	1								
		Calidad del suelo	3	0	2	2								
		Estabilidad del suelo	1	1	4	1								
	Agua superficial y subterránea	Calidad	2	0	5	2	11	2	12	3				
Disponibilidad		3	1	1	0									
Patrón de drenaje		4	1	5	0									
Nivel freático		2	0	1	1									
Ambiente biológico	Vegetación y flora	Cubierta vegetal	1	2	2	3	7	4	7	6	15	5	20	11
		Especies protegidas o de interes especial	1	1	3	2								
		Habitat especial	1	0	0	0								
		Atributos florísticos	2	0	0	0								
		Condición actual	2	1	2	1								
	Fauna	Distribucion y abundancia	2	1	4	2	8	1	13	5				
		Especies protegidas o de interes especial	2	0	3	1								
		Condiciones del Hábitat	3	0	3	1								
		Funcionalidad del sistema	1	0	3	1								
	Paisaje	Cualidades estéticas	3	0	2	1	11	3	13	3				
Fragilidad del ecosistema		4	2	5	1									
Arreglo visual		4	1	6	1									
Ambiente socioeconomico	Poblacion	Demografía y migracion	0	0	0	1	2	0	21	5	2	0	121	15
		Actividades recreativas y culturales	1	0	0	1								
		Calidad de vida	1	0	21	3								
	Servicio	Servicios e infraestructura	0	0	28	2	0	0	37	4				
		Vialidades y acceso	0	0	2	1								
		Interaccion de las comunidades	0	0	7	1								
	Economia	Economia regional	0	0	9	2	0	0	63	6				
		Empleo y mano de obra	0	0	25	0								
		Actividades productivas	0	0	26	3								
		Tenencia de la tierra	0	0	3	1								
	Gestion ambiental	Normatividad ambiental	0	0	30	2	3	1	57	3				
Manejo y administración del riesgo ambiental		3	1	8	1									
Seguimiento ambiental del proyecto		0	0	19	0									
			85	29	244	46								
			85	29	244	46								
			85	29	244	46								

Tabla V.5 Resumen de la matriz de identificación de impactos según la etapa del proyecto.

	Preparación del sitio					Construcción					Operación y mantenimiento										Cierre y abandono									
	Planeación diseño e Ingeniería	Estudios de línea base	Permisos y autorizaciones	Rescate y protección de especies de flora y fauna de interés	Transplante y reforestación	Recuperación y resguardo de suelo fértil	Desmonte y despalme del terreno	Movimiento de maquinaria y equipo	Cortes y rellenos	Construcción de obras de apoyo temporal y de servicios	Infraestructura y equipamiento minero y de servicios	Obras de control de caminos, escurrimiento, cercado y monitoreo	Manejo de residuos	Señalización y seguridad del personal e instalaciones	Plan de minado, barrenación y voladuras	Extracción, cargado y acarreo de mineral y tepetate	Depósito de material estéril en terrero	Depósito de mineral hacia el área de trituración	Operación y manejo seguro de equipo de mina	Suministro y manejo de sustancias químicas	Planes de seguridad y emergencia	Capacitación del personal	Procedimientos seguros de trabajo por área minera	Manejo de residuos	Mantenimiento de maquinaria y equipo	Supervisión y controles ambientales	Actividades concurrentes previo al cierre	Desmantelamiento de obras	Estabilización de taludes (área de terreros y tajos)	Restauración biológica

RESUMEN DE LA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Por componente de la etapa	a	0	2	5	0	0	3	11	6	9	3	1	2	0	0	3	3	1	4	1	1	1	0	0	3	1	0	0	0	0	0
	A	4	0	2	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	b	0	0	4	5	9	10	3	4	4	4	3	8	7	9	3	3	2	3	12	8	6	6	6	5	9	10	6	11	11	6
	B	6	22	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	4	5

Por etapa del proyecto	Preparacion del sitio		Construccion		Operación y mantenimiento		Cierre y abandono	
	a	10	39	36	0			
	A	6	13	9	1			
	b	28	53	119	44			
	B	32	0	4	10			

PROPORCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES (%)

Por etapa del proyecto	a	2.48%					9.65%					9%										0.00%			
	A	1.49%					3.22%					2%										0.25%			
	b	6.93%					13.12%					29%										10.89%			
	B	7.92%					0.00%					1%										2.48%			

V.1.2 Lista indicativa de indicadores de impacto

Rubro ambiental: Atmósfera

Los componentes de la atmósfera que se verán afectados son la calidad del aire, el ruido y las vibraciones, así como la generación de polvo. Para el caso de la calidad del aire, las actividades que mas impactarán adversamente son la operación de equipo de mina y la trituración de mineral, se considera que estos efectos son parcialmente reversibles y parcialmente controlables y sucederán a corto plazo. Las medidas de mitigación y/o prevención que se tienen contempladas para estos impactos, son el riego de caminos, supresores de polvo, compactación de superficies apoyado por los estudios de caracterización del entorno ambiental, el mantenimiento de la maquinaria y equipo y los monitoreos de calidad del aire que se destacan más adelante y los cuales tendrán efectos a corto plazo.

En cuanto al ruido se consideran que las actividades que más lo impactará son las voladuras, la operación de equipo de mina, la trituración de mineral, áreas de proceso, los trabajos de desmontes, así como la construcción de caminos y obras de apoyo, los cuales son efectos puntuales, a corto plazo y completamente reversibles.

Las partículas suspendidas de tipo fugitivas se generarán durante las actividades de desmonte y principalmente en la fase de minado y acarreo del material, tráfico de vehículos dentro y alrededor de la mina, así como la carga y descarga de mineral y material estéril.

Rubro ambiental: Suelo

El suelo será el indicador ambiental que más se verá afectado negativamente por el desarrollo de la mina, la principal afectación será en el uso como suelo forestal, por el desmonte y despalde de terreno cuando sea necesario, previo cambio de uso del suelo del polígono que se requiera.

La erosión es otro factor de impacto al suelo que debido a los desmontes y despaldes se propiciará su incremento, pero las obras de control de escurrimientos ayudarán a mitigar estos efectos, obras de control de escurrimientos, diseño de taludes, así como la siembra de semillas y la reforestación aunque ésta última acción ocurrirá mayormente a largo plazo (en la etapa de abandono de la mina).

La capacidad de filtración para recarga de acuífero se verá disminuida con el desarrollo de las obras mineras. Parcialmente, estos efectos serán reversibles pues se darán medidas que llevarán a la restauración del suelo y de la cobertura vegetal en las áreas susceptibles de ello.

Un aspecto no menos importante que los anteriores es el de la deposición del suelo por migración de partículas, la cual podría verse afectado por el inadecuado diseño de las obras de control de escurrimientos, pero su medida será las obras permanentes de control de drenaje que se construirán durante la operación y en la fase de abandono de la mina.

De acuerdo a los estudios ambientales base con base en la NOM-021-RECNAT-2000 reveló, entre otros aspectos, que el pH varía entre 4.45 y 6.47 mientras que los valores de calcio son muy bajos, los de magnesio variable y los de potasio varían de medios a altos. El contenido de materia orgánica también se presenta en un rango de bajo a medio, siendo adecuados los micronutrientes fierro, cobre, manganeso y zinc, aunque se considera que, por su capacidad de intercambio catiónico, el suelo no presenta una reserva nutrimental alta. No se detectaron problemas de contaminación por arsénico, bario, cadmio, cromo total, níquel, mercurio, plata, plomo y selenio, pues los valores presentes en el suelo son menores a los niveles de detección y, por tanto, a los que establece la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004.

Rubro ambiental: Recursos geológicos

El arreglo geológico se verá afectado principalmente por las actividades de voladuras y extracción de mineral y material estéril, modificando los factores de recursos minerales, estructura y profundidad y estabilidad del mismo. Por la naturaleza de la extracción de minerales, los impactos a este componente natural son de largo plazo, irreversibles y, en el mejor de los casos, parcialmente controlables. No hay medidas de mitigación para estos impactos.

Por el contrario, los impactos positivos más relevantes de la ejecución del proyecto es la extracción de los valores de oro y plata contenidos en el mineral ya que éstos proporcionarían fuentes de empleos, desarrollo de proveedores locales, proveedores de comercio y servicios, desarrollo de infraestructura como vías de comunicación y de transporte.

Es importante mencionar que todos estos impactos tendrán implicaciones positivas en la economía de la región, también cabe decir que tanto los efectos positivos como los negativos son a corto plazo ya que sucederán en un lapso menor a 10 años.

Rubro ambiental: Agua superficial y subterránea

Los impactos adversos se darán mayormente en el patrón de drenaje, variación de flujo y calidad principalmente por los desmontes, cortes, rellenos y compactación, durante la etapa de preparación del sitio y construcción, así como por la deposición de material estéril en las tepetateras.

Las potenciales fugas o derrames de sustancias o soluciones de proceso son actividades que pueden dañar la calidad del agua superficial de los arroyos cercanos, pero el análisis realizado indica que la mayoría de estos efectos son controlables y reversibles en caso de presentarse. Se tomarán medidas preventivas como estudios de caracterización del entorno natural, monitoreo periódico de la calidad del agua y sedimentos.

Para el agua superficial los impactos adversos importantes son en el drenaje y estarán ocasionados principalmente por los desmontes, despalmes y cortes del terreno durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Debido a que la mayoría de los arroyos presentes en el área llevan flujo la mayor parte del año, las acciones de regulación del proyecto deben encaminarse a la protección del recurso.

Los efectos del proyecto sobre el nivel freático y flujo de agua subterránea son en su mayor parte directos y a corto plazo, reversibles y parcialmente controlables. Los estudios de línea de base incluyeron muestreos y análisis de agua de pozos existentes en la zona de estudio, mostrando que la calidad del agua ya se encuentra alterada en algunas zonas en parámetros. Su valoración se desarrolló con base en la norma NOM-127-SSA1-2000, resultando en ambos casos excedidos los valores de fierro, aluminio, plomo y manganeso, mientras que en la muestra en La Cieneguita, se rebasaron también los mínimos permitidos para el consumo humano de mercurio, cromo, zinc, arsénico y cadmio.

Los componentes del agua subterránea que se verán afectados negativamente por la operación de Ampliación minera La India son la variación de flujo y el nivel freático principalmente debido a la demanda del proyecto. Sin embargo, Ampliación minera La India se ubica dentro del acuífero Río Sahuaripa el cual tiene disponibilidad de agua subterránea, y presenta un volumen de agua disponible de 27.30 millones de metros cúbicos al año. Esto significa que se puede solicitar un volumen de agua, soportado con los estudios hidrogeológicos necesarios. La empresa actualmente está en la etapa de exploración, en la búsqueda de la fuente de suministro de agua más viable al proyecto, que tiene una demanda estimada de 1'218,083 m³ anuales (38.6 lps) promedio de agua para mantener estable las operaciones de proceso, con un máximo mensual estimado para el mes de Junio de 130,441 m³ (50.3 lps). Esto es, alrededor de la $\frac{1}{27}$ de la disponibilidad estimada del acuífero.

Rubro ambiental: Tipos de vegetación y flora

Otro aspecto del medio natural que será afectado es la flora por los cambios en las condiciones de hábitat y la eliminación de la cobertura vegetal previo cambio de uso del suelo.

Son dos especies (2.8% del total) pertenecientes a la Familia Cactaceae que se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se trata del órgano pequeño de estolones (*Echinocereus stoloniferus*) y la biznaga del río Sonora (*Mammillaria miegiana*), ambos en estatus de Protección especial, con distribución endémica en la región donde se ubica el proyecto La India.

Otro aspecto del medio natural que será afectado es la cubierta vegetal, las barreras arbóreas y la captación de CO², los efectos adversos serán a corto plazo, y los efectos benéficos serán a largo plazo, es decir hasta el cierre de la mina, durante la etapa de restauración. En este mismo indicador las especies de interés comercial al igual que las de interés para la investigación se verán afectadas por los desmontes y despalmes, pero se espera una recuperación de estas durante el rescate de las mismas.

El rescate del suelo para utilizarlo en actividades de restauración será una de las medidas más importantes para mitigar el impacto del proyecto en la cobertura vegetal.

Como una actividad paralela compensatoria al impacto derivado por la remoción de la cubierta vegetal, son los esfuerzos ejecutados por CONAFOR utilizando los recursos económicos derivados de los pagos de compensación ambiental.

Rubro ambiental: Fauna silvestre

Se consideraron los grupos taxonómicos de vertebrados que pudieran sufrir impactos adversos o benéficos por las acciones que implica este proyecto minero. Se considera que todos los grupos se verán afectados por los desmontes y despalmes en la pérdida de hábitat local. El 16.7% del inventario de fauna, se ubica en alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010, siendo el grupo de aves que más especies presenta especies en protección, seguida de reptiles y peces.

Para el caso de los mamíferos y los reptiles, se están considerando colocar cercos de protección para que no ingresen las áreas mineras, que se vean afectados por las voladuras, ya que las vibraciones y ruido de estas tienen un radio de acción más allá de la zona de minado. Algo que se espera sea beneficios para la fauna es el rescate y reubicación de las especies protegidas.

Rubro ambiental: Paisaje

Uno de los aspectos que más se afectarán negativamente es sin duda las cualidades estéticas, los efectos sobre este indicador son la mayoría a corto plazo, irreversible e incontrolable. Los componentes que más se verán afectados son el relieve y el paisaje.

El paisaje será impactado en primera instancia por los desmontes y despalmes, después ambos componentes (relieve y paisaje) se afectarán por los cortes y rellenos, las voladuras, la depositación de material estéril en terreno, todos estos impactos podrían ser parcialmente reversible a largo plazo mediante la restauración y reforestación del lugar.

Sin embargo, la magnitud de estas afectaciones no se considera grave toda vez que en cuanto a visibilidad, la Ampliación minera La India no representa un factor significativo para el paisaje, debido a que la densidad de observadores es demasiado baja y que el proyecto solamente podrá ser apreciado desde lugares cercanos al mismo y/o despoblados o, en algunos casos (ranchos pequeños), con escasos moradores, además de la carencia de personas en tránsito por la inexistencia en el área de caminos comunicando a los centros poblacionales de la región.

Respecto a calidad paisajística, no existen en el área singularidades o elementos naturales de carácter sobresaliente que permitan categorizarla en forma especial. De hecho, la conformación topográfica, geológica, geomorfológica, hidrológica, vegetativa, edáfica y climática del área de estudio es bastante común en este segmento de la Sierra Madre Occidental, tanto cuando se consideran estos elementos en lo individual como en su conjunto. Por otro lado, en la unidad de paisaje no existen grandes cuerpos de agua, sobresalientes acantilados u otros recursos escénicos que puedan ser aprovechados ni tampoco elementos que por su carácter científico, cultural o histórico sean de interés. Finalmente, en calidad visual, se considera que ésta es baja toda vez que en el transcurso de este trabajo no se identificaron procesos que, por su intensidad o extensión, estén impactando negativamente al paisaje y, al mismo tiempo, previniendo la absorción y recuperación de dichos impactos, donde se considera que existe una capacidad de moderada a buena para absorber los impactos que causarán las actividades mineras.

Rubro: Aspectos socioeconómicos

En términos socioeconómicos, el área de estudio presenta un cierto grado de aislamiento, toda vez que son muy pocos los vecinos de los escasos ranchos en la misma, y también a que el área no es paso de caminos vecinales que conectan a las distintas comunidades de la región. Los caminos de acceso al área son escasos y muestran condiciones que muchas veces requieren de vehículos doble tracción. Así mismo, dado lo accidentado de la topografía, el área no puede ser observada desde las comunidades de la zona ni de los caminos que las unen, como es el caso de Matarachi, La Iglesia y el Trigo de Corodepe, ubicados a 2.2km, 1.1 km y 4.6 km respectivamente de las líneas limítrofes del proyecto estudiado.

Como en cualquier proyecto productivo, la socioeconomía de la región es el principal indicador que se ve impactado benéficamente, esto dado principalmente por la contratación de personal, que genera empleos del tipo directo e indirecto.

En particular los acuerdos con los propietarios del terreno favorecen la tenencia de la tierra y la economía regional.

En cuanto a los servicios e infraestructura, las acciones que impactarán son la rehabilitación de caminos existentes, el campamento y sistema de suministro de agua, los cuales serán a corto plazo y directos, donde los efectos se consideran serán a largo plazo, de manera indirecta para utilidad de la comunidad. El proyecto a su vez, promueve fuentes de empleos, desarrollo de proveedores locales, proveedores de comercio y servicios, desarrollo de infraestructura como vías de comunicación y de transporte.

Sobre las actividades productivas como la industria y minería los efectos son positivos; para el caso de la industria las actividades que pudieran tener efectos sobre ella son las áreas del suministro de sustancias químicas y de insumos (principalmente combustibles), la operación de planta de proceso, estos efectos serán a corto plazo, completamente reversibles, así como dentro y fuera de la zona de estudio. Desde luego la minería será la actividad productiva que más impacto tendrá, desde los acuerdos con propietarios del terreno hasta la comercialización del producto.

Otros aspectos importantes son la calidad de vida y salud de los trabajadores y las comunidades vecinas, se considera que estos componentes no se verán afectados adversamente, por el contrario, las acciones de responsabilidad social ejercidas por la empresa en beneficio de salud y mejora a las comunidades cercanas a sus operaciones son benéficas. Aun así se tomarán medidas preventivas como los monitoreo ambientales de aire, agua y suelo, se elaborarán manuales de operación y respuesta a emergencias, y se colectará y dispondrá adecuadamente los residuos tóxicos.

V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación

Posteriormente, los resultados de la identificación de impactos, fueron valorados en términos de magnitud e importancia mediante la Matriz de Significancias, en la relación proyecto-sistema ambiental, que aporte elementos de juicio en la descripción de impactos y las medidas de mitigación de impactos ambientales aplicables en cada caso. Para ello, se determinó la definición y el alcance de los criterios en la calificación de los impactos en los términos señalados (magnitud e importancia). Los impactos se califican en una escala de 0 a +/-10 según su magnitud y de 0 a 5 según su importancia. Como resultado de ello, se identifican los impactos más relevantes que requieren su atención y tratamiento. En cada una de las celdas marcadas con diagonal se anotará el valor de la magnitud en la mitad superior izquierda y el valor de la importancia en la mitad inferior derecha, pasando a analizar y discutir cada impacto para ajustar los valores preliminares asignados a las interacciones o para modificar el diseño de las obras propuestas. El peso relativo que se asigna a cada variable y los ajustes que se hacen a los valores, se determinan a nivel de grupo interdisciplinario. En particular, para la estimación de los valores de **magnitud** de los impactos ambientales de cada una de las acciones consideradas, inicialmente se determinaron las interacciones existentes entre acción programada y factor ambiental; los valores de magnitud se estimaron considerando los siguientes elementos:

1. Extensión o cobertura del impacto
2. Duración del impacto
3. Continuidad
4. Intensidad del impacto
5. Acumulación y/o sinergia del impacto considerado

Estos elementos fueron evaluados por el consenso de los expertos (cualitativa), en escala de 1 a 10 asignándose valores negativos a los impactos adversos y positivos a los impactos benéficos. El valor 0 no existe y es en ese caso cuando no hay interacción directa entre el factor ambiental y el componente del proyecto. A continuación se describe cada uno de los conceptos de calificación utilizados en la evaluación de impactos:

Tabla V.6. Criterios de magnitud en la valoración de impactos ambientales

Término	Definición
Extensión del efecto (E):	Tamaño de la superficie o volumen afectado por una determinada acción.
Duración del impacto (D):	Lapso de tiempo durante el cual se manifiesta el efecto ambiental de la ejecución de una acción de proyecto.
Continuidad o frecuencia del efecto (C):	Frecuencia con la cual se produce determinado efecto o presencia del mismo en relación con el periodo de tiempo que abarca la acción que lo provoca.
Intensidad del impacto (I):	Nivel de aproximación del efecto con respecto a estándares existentes (límites permisibles en las Normas Oficiales Mexicanas, la proporción de las existencias del factor ambiental en el área de estudio que serán afectadas por el impacto o, valores predeterminados en la literatura).
Acumulación del efecto (A):	Presencia de los efectos aditivos en los impactos.
Sinergia (S):	Interacción de orden mayor entre impactos que resulta en la potencialización del efecto de uno o varios de ellos.

Evaluar de 1 - 10 la extensión o cobertura del impacto. Ejemplo: si la acción a evaluar cubre toda el área del proyecto o comprende todo o una fracción del recurso ambiental afectado. Será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

- 10: La acción comprende el 100% del área del proyecto o bien tiene efectos en toda el área y en alrededores.
- 9: La acción comprende el 100% del área del proyecto pero no tiene efectos en toda el área y en alrededores.
- 8: La acción comprende el 80% del área del proyecto o bien tiene efectos en toda el área y en alrededores.
- 7: La acción comprende el 80% del área del proyecto pero no tiene efectos en toda el área y en alrededores.
- 6: La acción comprende más del 60% del área del proyecto o tiene efectos en toda el área y en alrededores.
- 5: La acción comprende la mitad del área del proyecto o bien el recurso afectado se encuentra presente en el 50% del área y este es afectado por la acción en su totalidad.
- 4: La acción comprende la mitad del área del proyecto pero el recurso afectado no se encuentra presente en el área de las obras permanentes.
- 3: La acción comprende cerca del 25 % del área del proyecto
- 2: La acción comprende menos del 25 % del área del proyecto pero es notoria la acción
- 1: la cobertura del impacto comprende solo una pequeña fracción del área del proyecto o del recurso afectado, impacto puntual.

Evaluar la duración del impacto de 1 a 10. El signo será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

- 10 equivale a un impacto de duración prolongada en la etapa evaluada
- 9 equivale a un impacto de duración larga en la etapa evaluada
- 8 equivale a un impacto de duración alta, en toda la etapa evaluada
- 7 equivale a impacto de duración alta, en acciones de una etapa evaluada
- 6 equivale a impacto de duración significativa en toda la etapa evaluada
- 5 equivale a impacto de duración significativa en acciones de una etapa evaluada
- 4 equivale a impacto de duración suficiente en toda la etapa evaluada
- 3 equivale a impacto de duración suficiente en acciones de una etapa evaluada
- 2 equivale a impacto de duración perceptible
- 1 Equivale a impacto sin duración de afectación

Evaluar la continuidad del impacto de 1 -10. El signo será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

- 10 Equivale a un impacto de continuidad prolongada en la etapa que sin duda deriva en otras repercusiones al ambiente
- 9 Equivale a un impacto de continuidad larga en la etapa que deriva en otras repercusiones al ambiente
- 8 Equivale a un impacto de continuidad alta, en toda la etapa evaluada que deriva en otras repercusiones al ambiente
- 7 Equivale a impacto de continuidad alta, en acciones de una etapa que deriva en otras repercusiones al ambiente
- 6 Equivale a impacto de continuidad significativa en toda la etapa que deriva en otras repercusiones al ambiente
- 5 Equivale a impacto de duración significativa en acciones de una etapa evaluada repercusión local
- 4 Equivale a impacto de continuidad suficiente en toda la etapa evaluada
- 3 Equivale a impacto de continuidad suficiente en acciones de una etapa evaluada
- 2 Equivale a impacto de continuidad perceptible
- 1 Equivale a impacto sin continuidad, solo de repercusión directa

Evaluar la Intensidad (profundidad) del impacto de 1 a 10. El signo será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

- 10 equivale a un impacto de intensidad muy alta en la etapa evaluada, siendo un impacto muy fuerte
- 9 equivale a un impacto de intensidad larga en la etapa evaluada siendo un impacto muy fuerte
- 8 equivale a un impacto de intensidad alta, en toda la etapa evaluada siendo un impacto fuerte
- 7 equivale a impacto de intensidad alta, en acciones de una etapa evaluada siendo un impacto fuerte
- 6 equivale a impacto de intensidad significativa en toda la etapa evaluada
- 5 equivale a impacto de intensidad significativa en acciones de una etapa evaluada
- 3 equivale a impacto de intensidad suficiente en acciones de una etapa evaluada
- 2 equivale a impacto de intensidad perceptible
- 1 Equivale a impacto sin intensidad de afectación, prácticamente imperceptible

Evaluar la Acumulación y/o Sinergia del impacto de 1 a 10. El signo será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

- 10: Acumulativo y sinérgico, inevitable (hay certeza de que ocurrirá)
- 9: Acumulativo y sinérgico, puede ser evitable (con medidas de mitigación)
- 8: Acumulativo o Sinérgico, inevitable (hay certeza de que ocurrirá)
- 7: Acumulativo o Sinérgico, inevitable (no hay certeza de que ocurrirá)
- 6: Potencialmente acumulativo o sinérgico (hay certeza de que ocurrirá)
- 5: Potencialmente acumulativo o sinérgico (no hay certeza de que ocurrirá)
- 4: Acumulativo o sinérgico, con baja probabilidad de presentarse
- 3: Acumulativo o sinérgico, poco probable
- 2: Acumulativo o sinérgico, no probable
- 1: No acumulativo, no sinérgico,

Es importante destacar que los resultados acumulados en magnitud de impactos resultó con saldo positivo. En particular, la mayor interrelación ocurre en el rubro ambiental de atmósfera. Lo anterior puede analizarse a detalle en la V.8. El ANEXO 4 muestra la memoria de cálculo de la magnitud e importancia de cada impacto evaluado (las 404 interacciones).

Para la estimación de la **importancia** se consideraron los elementos siguientes:

- 1. Reversibilidad
- 2. Mitigabilidad
- 3. Residualidad
- 4. Valor económico
- 5. Valor sociocultural

Estos elementos fueron evaluados en escala de +1 a + 5. Para la estimación de cada uno de los elementos se requirió de la participación de un equipo multidisciplinario, con conocimiento de campo de la zona del proyecto, sobre la base de una evaluación preliminar realizada por el área encargada de la integración de la evaluación.

Tabla V.7. Criterios de importancia en la valoración de impactos ambientales

Término	Definición
Reversibilidad del impacto (R):	Posibilidad de que el factor afectado pueda volver a su estado original, una vez producido el impacto y suspendida la acción tensionante.
Mitigabilidad (M):	Posibilidad que existe para aplicar medidas preventivas, correctivas y/o compensatorias a un determinado impacto.
Residualidad (Re):	Aquellos impactos que aún con medidas de mitigación no es posible controlar la totalidad de la afectación.
Valor económico (Ve):	Aquellos impactos que inciden directamente en la inversión del promovente y la afectación de recursos económicos de externos al proyecto.
Valor sociocultural (Vs):	Aquellos impactos que modifican parámetros poblacionales como migración, usos y costumbres del entorno del proyecto.

Para explicar el empleo de los rangos de valoración, se enlistan los siguientes criterios:

Evaluar la reversibilidad del impacto de 1 a 5. El signo será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

- 5 Equivale a un impacto 100% irreversible
- 4 Impacto reversible a muy corto plazo
- 3 Impacto reversible inmediatamente después de que suceda la acción
- 2 Impacto reversible espontáneamente
- 1 Impacto 100% reversible

Evaluar la mitigabilidad (de 1 a 5). El signo será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

- 5: El impacto no tiene mitigabilidad / ecosistema frágil
- 4: El impacto no tiene mitigabilidad / el ecosistema no frágil
- 3: Acciones sin rango de importancia sin medida de mitigación efectiva.
- 2: Acciones con rango de importancia con medida de mitigación efectiva.
- 1: la zona prácticamente no requiere medida de mitigación por el proyecto.

Evaluar la residualidad de factor ambiental a evaluar (de 1 a 5). El signo será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

- 5: El impacto ambiental es residual sin medida de mitigación efectiva
- 4: El impacto ambiental es residual con medida de mitigación efectiva
- 3: El impacto ambiental no es residual con medida de mitigación efectiva
- 2: No hay interacción directa
- 1: No hay residualidad del impacto, existe medida de mitigación efectiva

Evaluar la importancia por el valor económico del recurso (de 1 a 5). El signo será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

- 5: Recurso con muy alto valor económico
- 4: Recurso con alto valor económico
- 3: Recurso con cierto valor económico
- 2: Recurso con muy poco valor económico
- 1: Recurso prácticamente sin valor económico.

Evaluar la importancia por el valor sociocultural del recurso (1 a 5). El signo será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

- 5: Recurso con muy alto valor sociocultural
- 4: Recurso con alto valor sociocultural
- 3: Recurso con cierto valor sociocultural
- 2: Recurso con muy poco valor sociocultural
- 1: Recurso prácticamente sin valor socio-cultural

Identificando con un signo negativo al impacto adverso y con signo positivo a los impactos benéficos. Los resultados acumulados en importancia de impactos salieron en saldo positivo. Lo anterior puede analizarse a detalle en la V.8. El ANEXO 4, muestra la memoria de cálculo de la magnitud e importancia de cada impacto evaluado (las 404 interacciones).

Los resultados de la evaluación de la magnitud e importancia destacan que la Ampliación minera La India tiene impactos mayormente benéficos, y que la intromisión de las obras modificando el sitio es de magnitud e importancia baja. Esta combinación, indica que el proyecto es viable en términos ambientales y una vez que ocurran las actividades de la etapa del cierre del proyecto, es factible la reconversión del sitio a su estado original. Finalmente, considerando la magnitud e importancia, se obtiene la significancia del impacto identificado (Tabla V.9), con el propósito de conocer la mayor relevancia a los impactos y valorar la existencia de impactos residuales. Este resultado fue significativamente positivo de acuerdo la evaluación plasmada en la matriz.

[illegible]

Tabla V.9. Matriz de significancia de impactos ambientales.

			SIGNIFICANCIA		
			POR COMPONENTE AMBIENTAL	POR RUBRO AMBIENTAL (No. / %)	
Ambiente físico	Atmósfera	Generacion de polvos	512	3141	10%
		Ruido y vibraciones	547		
		Humos y olores	448		
		Calidad del aire	1634		
	Geología	Relieve	350	578	2%
		Geoformas	228		
	Suelo	Propiedades del suelo	329	2244	7%
		Erosión	446		
		Uso actual	395		
		Calidad del suelo	516		
	Agua superficial y subterránea	Estabilidad del suelo	558	1741	5%
		Calidad	710		
		Disponibilidad	201		
		Patrón de drenaje	623		
	Ambiente biológico	Vegetación y flora	Nivel freatico	207	2011
Cubierta vegetal			878		
Especies protegidas o de interes especial			683		
Habitat especial			20		
Atributos florísticos			45		
Fauna		Condición actual	385	1939	6%
		Distribucion y abundancia	700		
		Especies protegidas o de interes especial	436		
		Condiciones del Hábitat	433		
		Funcionalidad del sistema	370		
Paisaje		Cualidades esteticas	306	1809	6%
		Fragilidad del ecosistema	778		
		Arreglo visual	725		
Ambiente sodeconómico	Poblacion	Demografia y migracion	180	2793	9%
		Actividades recreativas y culturales	141		
		Calidad de vida	2472		
	Servicio	Servicios e infraestructura	2914	3878	12%
		Vialidades y acceso	248		
		Interaccion de las comunidades	716		
	Economía	Economía regional	912	6607	20%
		Empleo y mano de obra	2330		
		Actividades productivas	3069		
		Tenencia de la tierra	296		
Gestion ambiental		Normatividad ambiental	3866	6034	18%
		Manejo y administración del riesgo ambiental	845		
		Seguimiento ambiental del proyecto	1323		
			32775	32775	100%

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

Los efectos adversos significativos en el ambiente que se esperan por el desarrollo de Ampliación minera La India, pueden ser, en buena medida, prevenidos y/o mitigados con obras de control y medidas de protección aplicables desde la fase de planeación y en todas las demás fases del proyecto.

Para definir las medidas de mitigación se hace primeramente una revisión de la normatividad ambiental en México y su aplicabilidad en el control y monitoreo de los efectos al ambiente identificados para el proyecto. En ausencia de normatividad mexicana se utilizan criterios internacionales y las mejores prácticas de ingeniería para este tipo de proyectos y sobre todo reflejan los criterios de diseño y operación que se establece en el estudio de evaluación del proyecto y resultados de estudios técnicos realizados para el sitio.

Las medidas de mitigación que se aplicarán para el proyecto, se describen a continuación y en la Tabla VI.1, se relacionan de manera directa con los impactos adversos relacionados en la matriz de interacción de Leopold. Estas medidas no son limitativas, pues en las actividades concurrentes y de investigación de los aspectos ambientales durante la operación de Ampliación minera La India, puede resultar mayor detalle en alguna medida, o bien, la inclusión de actividades adicionales¹⁰.

Para la protección de los recursos atmosféricos se contempla:

AIR-1	Para mitigar el efecto de las emisiones de polvo y partículas debido al tránsito de vehículos y maquinaria por los caminos existentes, se recomienda el riego periódico de dichas vías. Se evaluará la conveniencia de aplicar con el riego, sustancias paliativas, siempre y cuando no contaminen y sean amigables con el medio ambiente.
AIR-2	Los camiones que transporten los materiales en caminos de terracería, deberán de transitar a una velocidad moderada para evitar la dispersión del material y el levantamiento excesivo de partículas del suelo.
AIR-3	Los vehículos deberán circular con el escape cerrado. Se debe cumplir con la Norma NOM-080-SEMARNAT-1994 que establece límites máximos permisibles de emisión de ruido para vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición. El equipo y maquinaria deben estar sujetos a un mantenimiento periódico de acuerdo a las especificaciones técnicas del mismo.

¹⁰ Clave de las medidas de mitigación: AIR: Aire; SUE: Suelo; GEO:Geología; SUP: Agua superficial; SUB: Agua subterránea; VEG: Vegetación; FAU: Fauna silvestre; PAI: Paisaje; SOC: Aspectos socioeconómicos; VIN: Vinculación con uso del suelo y de gestión ambiental. La numeración es consecutiva del número de las medidas de mitigación que se proponen.

AIR-4	Se disminuirá la generación de ruidos manteniendo el equipo y maquinaria en buen estado. Se cumplirá con la NOM-081-SEMARNAT-1994, que establece los límites permisibles de ruido provenientes de fuentes fijas.
-------	--

Del recurso suelo:

SUE-1	El recurso suelo se verá modificado en su uso original de agostadero forestal, para dar paso al uso minero. Sin embargo, los usos alternativos del suelo que se proponen en el presente estudio, son más productivos a largo plazo en la región, que el resto de las actividades que actualmente se llevan a cabo. Actualmente, la Ampliación minera La India se ubica en terrenos con vocación forestal de tipo doméstico, toda vez que la cobertura vegetal presenta arreglos o condiciones que sólo permiten la extracción de productos de forma restringida, únicamente para la utilización directa con fines domésticos.
SUE-2	La remoción de vegetación se realizará estrictamente en la superficie solicitada para las obras y servicios minero, en apego a un plan calendarizado de obras, por lo que no se dejará terreno expuesto a la erosión. Es decir, el desmonte y el despalle del terreno para dar paso a las obras y servicios mineros, se realizará poco antes de las actividades de construcción, con la finalidad de no dejar el suelo descubierto por largo tiempo.
SUE-3	Se implementará un programa de protección de suelos para el área de Ampliación minera La India, el cual definirá una serie de obras y medidas para la conservación, resguardo y protección del suelo contra la erosión. Entre las principales actividades de este programa estarían: rescate y resguardo de suelo, obras de control de erosión como bordos, gaviones, caminos, obras de estabilidad de taludes y control de cárcavas.
SUE-4	Desde el diseño, se consideró la estabilidad de pendientes y taludes de las obras mineras basado en la evaluación geotécnica acumulada del área, se desarrolló un programa de producción de mina que incluye criterios de diseño pendientes, ángulos y anchuras estables de las áreas de minado. En particular, para terreros se basa en una pendiente de 2H:1V y niveles freáticos en la superficie de suelo original, durante las operaciones y cierre que permiten un factor de seguridad aceptable bajo condiciones de carga estática ($FOS > 1.5$) y condiciones de carga pseudo-estática ($FOS > 1.3$). Al cierre, deberá llevarse a cabo la estabilización de taludes y reforestación de las zonas conforme vayan llegando a la altura de niveles preestablecida.
SUE-5	Para aminorar el deslave del suelo por erosión hídrica, se promoverá que los cortes del terreno se realicen en épocas donde no suceda lluvia que potencialmente arrastre sedimentos. Los taludes resultantes de las obras mineras (en especial de tajo, tepetateras) serán cubiertos con material de transplante de flora el estrato herbáceo, o en su caso promover la aparición de dicho estrato mediante la aplicación de suelo mezclado con material vegetal producto del desmonte, con el fin de apoyar la estabilidad de los mismos.

SUE-6	Se recuperará el suelo y restos de orgánico en las áreas que sea posible y se almacenará para posteriores actividades de reforestación en áreas pertinentes. El sitio de almacenamiento temporal del suelo rescatado debe contar con medidas de protección que eviten pérdidas por erosión eólica o pluvial.
SUE-7	Como parte de los estudios base de caracterización ambiental del sitio y de acuerdo a otras investigaciones y trabajos en la zona, se conoce que existe contaminación del suelo, basados en la NOM-021-RECNAT-2000 que reveló, entre otros aspectos, que el pH varía entre 4.45 y 6.47 mientras que los valores de calcio son muy bajos, los de magnesio variables y los de potasio varían de medios a altos. El contenido de materia orgánica también se presenta en un rango de bajo a medio, siendo adecuados los micronutrientes fierro, cobre, manganeso y zinc, aunque se considera que, por su capacidad de intercambio catiónico, el suelo no presenta una reserva nutrimental alta. No se detectaron problemas de contaminación por arsénico, bario, cadmio, cromo total, níquel, mercurio, plata, plomo y selenio, pues los valores presentes en el suelo son menores a los niveles de detección y, por tanto, a los que establece la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004.
SUE-8	Los materiales y sustancias que se almacenen en este lugar deberán ser manejados de manera tal que se eviten derrames de líquido sobre el suelo y se evitará al mismo tiempo la acumulación de basura en el sitio.
SUE-9	El impacto a la fertilidad del suelo podrá ser mitigado al final de la vida útil del proyecto, cuando se rehabiliten y se coloque una capa de suelo orgánico rescatado y se reforesten los sitios expuestas a la erosión.
SUE-10	Actualmente el grado de erosión del suelo en el sitio se considera como una erosión leve, en una región clasificada como terrenos estables bajo condiciones naturales. No se detectaron aprovechamientos actuales del bosque, que significan el talado de árboles, como existieron en el pasado y que existen en otras partes aledañas de la región. En el reconocimiento de campo no se observaron evidencia de procesos naturales que estén incrementando la intensidad de la erosión natural de los suelos y otros elementos físicos.
SUE-11	Se establecerá un sitio para el almacenamiento temporal de materiales reciclables en área contigua al taller. Materiales como metal de desperdicio, llantas, vidrio, plásticos reciclables y contenedores de bebidas serán separados, contenidos adecuadamente y almacenados temporalmente en el área de depósito hasta que haya volumen suficiente para su envío a un punto de reciclaje. Materiales que no sean aprovechados serán depositados junto con los residuos de tipo doméstico en el relleno sanitario de Sahuaripa, previa autorización del Ayuntamiento de Sahuaripa, Sonora. Otros residuos no tóxicos serán lo de tipo sólidos urbanos que se generarán en las áreas de oficina. Estos residuos serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su disposición final en el relleno sanitario.

SUE-12	Para los residuos no peligrosos se establecerá un programa de colección y disposición periódica, instalando recipientes adecuados para la basura en todas las áreas de trabajo. La disposición final de estos residuos se hará en el relleno sanitario de la población más cercana que se pueda gestionar la disposición. A futuro podrá evaluarse la construcción de un relleno sanitario para la Ampliación minera La India, en apego al NOM-083-SEMARNAT-2003 previo proyecto y autorización de la obra.
SUE-13	En cumplimiento a la Ley General para la Prevención y Gestión de los Residuos y su Reglamento, se elaborará un programa de manejo de todos los residuos a generarse en la Ampliación minera La India. Se mantendrá una política de minimización de residuos peligrosos, fomentando la sustitución de productos que generen residuos que no se pueden reciclar o reutilizar y que tengan que enviarse a confinamientos externos.
SUE-14	Entre las primeras acciones a realizar estará la caracterización de cada uno de los residuos para definir las prácticas de manejo, reuso o disposición final. De resultar aplicable, se dará cumplimiento a la NOM-157-SEMARNAT-2009 que establece los lineamientos para la elaboración de planes de manejo de residuos mineros en materia de residuos mineros.
SUE-15	Se implementará un programa para minimizar los empaques y embalajes, haciendo énfasis en aquéllos que se constituyen como residuos peligrosos. Los residuos peligrosos se irán depositando en contenedores tapados y debidamente etiquetados y serán almacenados temporalmente en el almacén de residuos peligrosos que poseerá el proyecto (en el área de servicios previamente descrito) hasta su reuso o envío a disposición final a sitios autorizados.

En materia de los recursos geológicos:

GEO-1	Se trabajará conforme a un plan de minado que contempla medidas de protección y seguridad con base en un estudio de estabilidad de las obras del tajo. Este plan de minado previene deslizamientos para evitar accidentes dentro de las áreas de trabajo. En el análisis de la fotografía aérea y la imagen satelital, así como durante el trabajo de campo, no se identificaron sitios donde se haya presentado el deslizamiento de bloques rocosos. Dado que el suelo en general es muy irregular, delgado o no existente, tampoco se pudieron identificar deslizamiento de suelos. Debido a que el material geológico del área, se considera mínima la posibilidad de otros movimientos de masa tales como el flujo de lodo y similares.
GEO-2	La Ampliación minera La India se localiza en la zona B la cual se caracteriza por una frecuencia muy baja de sismos, y en caso de que se presenten, se esperaría una aceleración del suelo menor al 10% del valor de la gravedad.

Para la protección del agua superficial

SUP-1	Una vez terminados los trabajos de desmonte y despalme, se efectuarán actividades de compactación del suelo y de remoción de montones de tierra y residuos del monte para dar paso inmediato a las construcciones contempladas e impedir la erosión eólica o hídrica, ya que el drenaje local podría ser afectado; así mismo, deberá prevenirse la formación de cárcavas en las zonas desmontadas.
SUP-2	Se construirán obras adecuadas como cunetas y bordos en caminos para evitar erosión y migración excesiva de finos a los arroyos y el terreno natural. En particular, se cuidará que la tierra que sea necesario remover, será usada en los rellenos de los mismos caminos evitando dejar material suelto en áreas de escurrimiento natural.
SUP-3	Se respetará los escurrimientos locales, y en el caso de escurrimientos intermitentes de tramos del arroyo La Cieneguita y La Amargosa que cruzan en terreno mayormente en direcciones de Este-Oeste, sin modificarle y realizando actividades de protección al mismo.
SUP-4	El manejo del agua meteórica para el aprovechamiento en la Ampliación minera La India, se realiza sin comprometer la disponibilidad de uso actual y futuro de localidades vecinas. La demanda de agua es señalada mediante un balance y condiciones de suministro para el proyecto. La empresa promovente tiene la capacidad de obtener los recursos hidrológicos que le permitan cubrir las demandas de agua de Ampliación minera La India, señalando que están fundamentadas en un balance de diseño, donde el proceso del sistema será de circuito cerrado, en el cual puedan reusarse las aguas del proceso.
SUP-5	El programa de monitoreo ambiental durante la vida útil del proyecto contempla muestreos periódicos al agua superficial y sedimentos de arroyos, con el fin de detectar y corregir cualquier alteración que pudiera atribuirse a las operaciones mineras.
SUP-6	Se realizarán inspecciones periódicas para detectar fugas o problemas mecánicos en la maquinaria. Los hidrocarburos de desecho se almacenarán temporalmente en contenedores adecuados para su posterior reuso, retorno a los proveedores de aceite nuevo, venta como subproducto o confinamiento de acuerdo a la legislación vigente.

Para la protección de la hidrología subterránea:

SUB-1	La Ampliación minera La India se ubica dentro del acuífero Río Sahuaripa el cual tiene disponibilidad de agua subterránea, y presenta un volumen de agua disponible de 27.30 millones de metros cúbicos al año. Esto significa que se puede solicitar un volumen de agua, soportado con los estudios hidrogeológicos necesarios. La empresa actualmente está en la etapa de exploración, en la búsqueda de la fuente de suministro de agua más viable al proyecto, que tiene una demanda estimada de 1'218,083 m ³ anuales (38.6 lps) promedio de agua para mantener estable las operaciones de proceso, con un máximo mensual estimado para el mes de Junio de 130,441 m ³ (50.3 lps). Esto es, alrededor de la $\frac{1}{27}$ de la disponibilidad estimada del acuífero.
SUB-2	Se elaborarán procedimientos adecuados acerca del manejo seguro y eficiente de sustancias como combustibles y lubricantes utilizados en la maquinaria y equipo de mina.
SUB-3	Posterior al cierre, se efectuará el monitoreo de la calidad del agua y comparar con la química pronosticada desarrollada durante la operación de Ampliación minera La India. Si la calidad del agua muestreada varía significativamente del pronóstico de manera no favorable, entonces se revisará el modelo geoquímico y se prepararán nuevos pronósticos.

En cuanto a los recursos florísticos se contempla:

VEG-1	Se deberá implementar un Programa de Protección de Especies vegetales para la Ampliación minera La India. El programa deberá incluir la selección de las especies de interés a rescatar previo al desmonte del terreno, así como las acciones de marcaje, rescate, resguardo, transplante, mantenimiento y monitoreo de las actividades.
VEG-2	La Ampliación minera La India contempla un extenso estudio sistemático de tipos de vegetación y flora en el sitio, acumulando muestreos e inventarios durante dos años de trabajo en sitio, incluyendo las cuatro estaciones del año y elementos anuales. Lo anterior permite conocer a detalle los elementos florísticos susceptibles de integrarse al proyecto. El proyecto minero está en bosque de encino-pino, mezclado con bosque de encino donde se inventarió 69 plantas vasculares agrupadas en 30 Familias taxonómicas. El 91.3% del inventario son de ciclo de vida perennes, donde el estrato herbáceo es el más numeroso en especies, pero el dosel más conspicuo es el estrato arbóreo. El 63.7% de las especies inventariadas dentro de Ampliación minera La India se les identificó un uso regional.
VEG-3	La Ampliación minera La India se sujetará a laborar estrictamente en las superficies solicitadas, marcándose desde inicio los límites de las áreas a intervenir a efecto de respetar el resto del ecosistema.

VEG-4	El proyecto minero contempla el establecimiento de áreas verdes y de conservación dentro del diseño del proyecto como parte del acondicionamiento del mismo. Aun más, el proyecto comprende 27 concesiones mineras con un total de 26,643.51 hectáreas de superficie a través de concesiones mineras, por lo que gestionará durante la vida de la mina, el establecimiento de unidades de manejo de vida silvestre para el mejoramiento de hábitat y las poblaciones de vida silvestre, encaminadas a la conservación del sitio.
VEG-5	Los servicios ambientales que presta el predio en general, si bien serán afectados de manera local, en especial los relativos a la conservación de la biodiversidad, protección y conservación de suelos, se compensan con el detalle a las medidas de mitigación establecidas en el presente documento.
VEG-6	Las especies en protección o de interés regional, que se localicen en el área del proyecto, deben tener prioridad en dicho programa, mediante proyectos de conservación y recuperación o mediante el establecimiento de medidas especiales de manejo y conservación del hábitat, conforme a lo que establece la Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento, y apegándose a la normatividad de referencia.
VEG-7	Previamente a las actividades de desmonte, se deben identificar las especies que se conservarán o se integren al diseño de áreas verdes, así como las especies biológicas de especial interés susceptibles de trasplante, y aquéllas con algún tipo de valor regional o biológico. Se dará especial atención a las especies protegidas, de interés ecológico, de lento crecimiento y a las usadas por los habitantes de la región; se procurará el rescate de especímenes jóvenes.
VEG-8	El desmonte será selectivo y se llevarán a cabo los trabajos de selección de especies aprovechables minimizando la alteración de áreas que no serán afectadas por los trabajos de construcción. Se deben definir y ubicar superficies cercanas al área de afectación con dimensiones y condiciones ambientales que permitan reubicar, trasplantar, reforestar o, en su caso, reproducir a partir de material parental nativo, una cantidad de individuos de especies con alguna categoría de riesgo, endémicas, y de difícil regeneración, similar a la original. Las labores de reubicación, trasplante y monitoreo se deben realizar con métodos que garanticen una sobrevivencia del 85%, o superior, de los ejemplares reubicados o trasplantados; de no ser posible se remplazarán los ejemplares de flora muertos por individuos de la misma especie obtenidos o producidos en viveros.
VEG-9	Los recursos forestales del desmonte que no sean aprovechados, como troncos, ramas, se incorporarán al suelo orgánico que se almacenará para ser utilizado posteriormente en acciones de restauración. Al final de la vida útil del proyecto se realizarán actividades de rehabilitación del sitio y reforestación de áreas usadas para obras mineras.

VEG-10	La empresa presentará previo al cierre de las operaciones mineras, el plan detallado de abandono y restauración de las áreas afectadas. Después del término del cierre final, el sitio requerirá mantenimiento regular. Durante este período, el sitio será inspeccionado cada trimestre y se planearán actividades de mantenimiento inmediatamente después de cada temporada de lluvias y posteriores a cualquier tormenta mayor fuera de la temporada. El propósito de esto es el de asegurar que las medidas estén funcionando según lo planeado y para permitir que las áreas recientemente revegetadas maduren y se arraiguen adecuadamente.
--------	---

En fauna silvestre:

FAU-1	Se deberá implementar un Programa de Protección de Fauna para la Ampliación minera La India, que debe contener al menos la selección de las especies de fauna con más viabilidad de rescate y relocalización en áreas naturales aledañas al sitio del proyecto. Dándole prioridad a las especies protegidas que se identificaron en el sitio. El inventario de fauna silvestre con potencial ocurrencia en el área, se compone de 243 vertebrados, distribuidos de la siguiente manera: 46 especies de mamíferos, 129 aves, 36 reptiles, 12 anfibios y 20 peces. Visualmente, se han registrado en el sitio 72 especies (alrededor del 30% del inventario total), siendo más notorias el grupo de aves. El 16.7% del inventario de fauna, se ubica en alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010, siendo el grupo de aves que más especies presenta especies en protección, seguida de reptiles y peces. Así mismo, describir las técnicas de rescate que se aplicarán según la especie seleccionada, identificando los sitios de anidación, guaridas, o áreas que representen un hábitat potencial para las especies de interés seleccionadas y el monitoreo continuo de las áreas a desmontar.
FAU-2	Con anterioridad a las actividades de desmonte se ahuyentará la fauna existente y se reubicarán los nidos de especies protegidas, en el caso de encontrarse. El desmonte se llevará a cabo en forma unidireccional exclusivamente en el espacio necesario para la construcción, disminuyendo con ello, la afectación a la fauna.
FAU-3	Quedará estipulado que todos los empleados y contratistas de la empresa minera tienen prohibida la recolección, captura y caza de especies de fauna silvestres, tanto en el área del proyecto como en los alrededores.
FAU-4	En particular, para la protección de las aves, se instalarán dispositivos para ahuyentar las aves. Para evitar el acceso de mamíferos, se instalarán cercos de seguridad en las áreas de procesos y en algunas zonas de mayor riesgo se controlará la entrada de especies de talla pequeña mediante la instalación de cercos de configuración más cerrada. Se dará mantenimiento constante a los cercos de las instalaciones mineras donde se deba restringir el paso de la fauna.

Relativo al paisaje:

PAI-1	Como se ha manifestado en otras partes de este trabajo, el sitio de Ampliación minera La India se ubica en un terreno montañoso y accidentado, lo que hace que los lugares que se considera pueden ser utilizados, para el desarrollo de las obras mineras, están bordeados por morfoestructuras que representan obstáculos para su visibilidad. La región es de muy baja densidad poblacional y en el área bajo estudio no existen centros poblacionales ni vías de comunicación vecinales desde las cuales las personas en tránsito puedan observar el sitio del proyecto. En cuanto a visibilidad, la Ampliación minera La India no representa un factor significativo para el paisaje, toda vez que la densidad de observadores es demasiado baja y que el proyecto solamente podrá ser apreciado desde lugares cercanos al mismo y/o despoblados o, en algunos casos (ranchos pequeños), con escasos moradores, además de la carencia de personas en tránsito por la inexistencia en el área de caminos comunicando a los centros poblacionales de la región. Respecto a calidad paisajística, no existen en el área singularidades o elementos naturales de carácter sobresaliente que permitan categorizarla en forma especial. En calidad visual, se considera que ésta es baja toda vez que en el transcurso de este trabajo no se identificaron procesos que, por su intensidad o extensión, estén impactando negativamente al paisaje y, al mismo tiempo, previniendo la absorción y recuperación de dichos impactos, donde se considera que existe una capacidad de moderada a buena para absorber los impactos que causarán las actividades mineras.
PAI-2	El impacto al paisaje tratará de ser minimizado durante la operación de la mina en las áreas que vayan siendo terminadas (como tepetateras) y principalmente al final de la vida útil del proyecto, en la etapa de abandono mediante la suavización de taludes y reforestación.
PAI-3	Al completarse el minado, los taludes de los terreros tienen que ser suavizados previo al establecimiento de la cobertura vegetal, para favorecer el establecimiento de la vegetación.
PAI-4	Una vez terminados los trabajos se procederá a estabilizar las áreas que no serán usadas para construcción de otras obras mineras; rehabilitando el sitio y reforestando con especies nativas, hasta donde sea posible, toda la zona afectada.

Los aspectos socioeconómicos revelan las siguientes medidas:

SOC-1	El uso actual del terreno es de agostadero, con antecedentes de exploración en la mayor parte de la superficie solicitada, donde la vocación forestal carece de repercusión comercial. La ejecución de Ampliación minera La India promueve la diversificación de actividades productivas en el predio, acorde con la vocación natural y compatible con desarrollos mineros vecinos, con lo que se amplía el especto de capitalización hacia las zonas rurales tradicionalmente agropecuarias. Así, el valor y uso de la tierra vendrá a ser mayor con la realización del proyecto, favoreciendo el desarrollo ordenado de actividades económicas de mayor impacto en relación al uso de superficie. En consecuencia, el desarrollo de Ampliación minera La India resulta una alternativa adecuada, generando beneficios superiores a sus propietarios y a los habitantes de la región, en relación al uso, valor y potencial de aprovechamiento de los recursos naturales del terreno.
SOC-2	La Ampliación minera La India representa un efecto detonador en la economía local, sobre todo por la continuidad de proyectos de crecimiento de la empresa promovente, al pasar de una exploración sistemática a reservas probadas para la explotación del mineral, lo cual implica beneficios directos en las comunidades rurales inmediatas, municipio de Sahuaripa y Sonora.
SOC-3	La generación de empleos es el primer detonante en el arraigo de la población, creando áreas de oportunidad y evitando que se congestionen los centros urbanos con problemas relativos a la generación de empleos. En la etapa de operación de Ampliación minera La India se tiene contemplada la generación de 350 empleos, estimando en la época pico de la obra, alrededor de 1200 empleos. Además, la realización de Ampliación minera La India permitirá desarrollar otras actividades complementarias que pueden proveer en el corto y mediano plazo, un mejor desarrollo y calidad de vida a los habitantes de la región, propiciando servicios, apertura hacia nuevos mercados y en general, otras actividades productivas.
SOC-4	El proyecto contribuye de manera directa al aprovechamiento potencial de los recursos existentes y vocación de uso del suelo manifiesta en las exploraciones previas, contribuyendo al desarrollo regional a través de la generación de empleos directos e indirectos, con una inversión estimada para el proyecto que asciende a la cantidad de \$123 millones de dólares USD.
SOC-5	La biodiversidad del sitio y los servicios ambientales que de ella se derivan, están ampliamente distribuidas en toda la cuenca hidrológica forestal, por lo que la ejecución de Ampliación minera La India, no compromete estos recursos.
SOC-6	Si bien las obras tendrán un impacto en el entorno natural, se aplicarán las medidas de mitigación adecuadas, en cumplimiento con la normatividad ambiental y haciendo uso de la mejor tecnología. Se mantendrá un programa de monitoreo ambiental y un programa de protección al ambiente en todas las áreas y fases del desarrollo del proyecto.

- | | |
|-------|--|
| SOC-7 | Se elaborará y aplicará un reglamento y se capacitará a los empleados y contratista para el adecuado manejo de residuos, aire, suelos, flora, fauna y otras consideraciones ambientales. |
| SOC-8 | En compromiso de la empresa promovente va más allá de la explotación de Ampliación minera La India. La empresa contempla el involucramiento en el quehacer socioeconómico, cultural y de conservación de la región y el primer paso ha sido la adquisición de la propiedad de 2,499.6650ha. El resto del terreno pretende sea salvaguarda del sitio debido a que las colindancias inmediatas serán la propia empresa, a la vez de generar proyectos de conservación, mejoramiento del hábitat y la diversidad productiva, entre otros. |

El proyecto, en cuanto a los aspectos normativos y de regulación del uso del suelo pretende:

- | | |
|-------|--|
| VIN-1 | La autorización que en materia de impacto ambiental se solicita a través de este documento corresponde a un proyecto compatible con los ordenamientos jurídicos e instrumentos normativos ambientales aplicables y vigentes. |
| VIN-2 | La operación y desarrollo de Ampliación minera La India no contraviene ninguna disposición jurídica o normativa, explícita en las Leyes, Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas, que le son aplicables en materia de prevención de la contaminación y del aprovechamiento, preservación y restauración de los recursos naturales. |
| VIN-3 | El proyecto no supone la incidencia en materias o rubros que requieran ser regulados ambientalmente, diferentes de los que fueron analizados y regulados de manera particular por la autoridad ambiental al evaluar y autorizar el proyecto en las condiciones de diseño que se manifiesta. |
| VIN-4 | Las disposiciones particulares establecidas por la autoridad ambiental en las distintas autorizaciones que han sido otorgadas para el desarrollo del proyecto, son igualmente aplicables a la operación y desarrollo del proyecto en lo que respecta a la protección ambiental de los recursos naturales sobre los que inciden las obras que requieren ser ampliadas, las cuales son y serán cumplidas en los términos previstos por cada uno de esos permisos o autorizaciones. |
| VIN-5 | En los casos en que fueron detectados impactos ambientales negativos para el ambiente, en los términos del propio procedimiento de evaluación del impacto ambiental, se determinan las correspondientes medidas tendientes a prevenir, mitigar o compensar cualquier posible impacto ambiental adverso resultante de la actividad, y que son expuestos en el apartado correspondiente. |
| VIN-6 | La empresa ha dado y continuará dando cabal cumplimiento a los ordenamientos jurídicos aplicables, así como a las disposiciones de protección ambiental que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) determine pertinentes con motivo de la evaluación de la presente Manifestación de Impacto Ambiental. |

VIN-7 | Es ineludible el compromiso ambiental que la empresa muestra en el desarrollo del proyecto minero que se somete a consideración de la autoridad, puesto que ha quedado de manifiesto que el desarrollo del mismo se realiza en estricto apego, respeto y cumplimiento de los elementos a los que ha sido impuesto, y que actualmente constituyen una sólida base que sustenta la actividad en sus elementos técnicos y de tipo jurídico.

Retomando las medidas de mitigación enlistadas, se relacionan a la interacción adversa obtenida del capítulo anterior, para dar cumplimiento por etapas de acuerdo a las siguientes tablas:

Tabla VI.1. Resumen de medidas de Mitigación de los impactos adversos de Ampliación minera La India durante la etapa de preparación del sitio

Etapas	Actividad	Rubro	Componente o factor ambiental que se impacta	Medidas de prevención y/o mitigación
Preparación del sitio y construcción	Planeación, diseño e ingeniería	Suelo	Uso actual	SUE-1, SUE-2, SUE-4, SOC-1, SOC-2, SOC-3, SOC-4, SOC-5, SOC-8, VIN-1, VIN-2
		Agua superficial y subterránea	Disponibilidad	SUP-4, SUB-1
		Vegetación y flora	Condición actual	VEG-3
		Paisaje	Fragilidad del ecosistema	PAI-1
	Estudios de línea base	Agua superficial y subterránea	Disponibilidad	SUP-4, SUB-1, VIN-1, VIN-2
			Nivel freático	
	Permisos y autorizaciones	Agua superficial y subterránea	Disponibilidad	VEG-1, VEG-2, VEG-3, SOC-6, SOC-7, SOC-8
		Vegetación y flora	Cubierta vegetal	
			Especies protegidas	
			Atributos florísticos	
			Condición actual	
		Fauna silvestre	Distribución y abundancia	FAU-1, SOC-6, SOC-7
			Especies protegidas	
	Recuperación y resguardo de suelo	Atmósfera	Generación de polvos	AIR-1, AIR-2, AIR-3, AIR-4
			Calidad del aire	
		Suelo	Uso actual	SUE-1, SUE-3

Tabla VI.2. Resumen de medidas de Mitigación de los impactos adversos de Ampliación minera La India durante la etapa de construcción del proyecto

Etapa	Actividad	Rubro	Componente o factor ambiental que se impacta	Medidas de prevención y/o mitigación
Construcción	Desmante y despalmes del terreno	Atmósfera	Generación de polvos	AIR-1, AIR-2, AIR-3, AIR-4
			Ruido y vibraciones	
			Humos y olores	
			Calidad del aire	
		Geología	Relieve	GEO-1, GEO-2
		Suelo	Propiedades del suelo	SUE-2, SUE-3, SUE-4, SUE-5, SUE-6
			Uso actual	
			Estabilidad del suelo	
		Agua superficial y subterránea	Patrón de drenaje	SUP-1, SUP-2, SUP-3
		Vegetación y flora	Cubierta vegetal	VEG-1, VEG-2, VEG-3, VEG-4, VEG-5, VEG-6, VEG-7, VEG-8, VEG-9
			Especies protegidas o de interés	
			Habitat especial	
			Atributos florísticos	
			Condición actual	
		Fauna silvestre	Distribucion y abundancia	FAU-1, FAU-2, FAU-3
			Especies protegidas o de interés	
			Condiciones del Hábitat	
			Funcionalidad del sistema	
		Paisaje	Cualidades estéticas	PAI-1
		Socioeconomía	Calidad de vida	SOC-1, SOC-2, SOC-3, SOC-4, SOC-5
	Movimiento de maquinaria y equipo	Atmósfera	Generación de polvos	AIR-1, AIR-2, AIR-3, AIR-4
			Ruido y vibraciones	
			Humos y olores	
			Calidad del aire	
		Fauna silvestre	Distribucion y abundancia	FAU-1, FAU-2, FAU-3
		Paisaje	Cualidades estéticas	PAI-1
	Cortes y rellenos	Atmósfera	Generación de polvos	AIR-1, AIR-2, AIR-3, AIR-4
			Ruido y vibraciones	
			Humos y olores	
			Calidad del aire	
		Geología	Relieve	GEO-1
			Geoformas	
		Agua superficial y subterránea	Patrón de drenaje	SUP-1, SUP-2, SUP-3
	Infraestructura y equipamiento minero y de servicios	Atmósfera	Ruido y vibraciones	AIR-1, AIR-2, AIR-3, AIR-4
			Generación de polvos	
	Obras de control de caminos, escurrimiento, cercado y monitoreo	Atmósfera	Generación de polvos	AIR-1, AIR-2, AIR-3, AIR-4
			Calidad del aire	

Tabla VI.3. Resumen de medidas de Mitigación de los impactos adversos de Ampliación minera La India durante la etapa de operación y cierre del proyecto

Etapa	Actividad	Rubro	Componente o factor ambiental que se impacta	Medidas de prevención y/o mitigación
Operación y mantenimiento	Plan de minado, barrenación y voladuras	Atmósfera	Generación de polvos	AIR-1, AIR-2, AIR-3, AIR-4, AIR-5
			Ruido y vibraciones	
			Humos y olores	
			Calidad del aire	
		Geología	Relieve	GEO-1
			Geoformas	
		Suelo	Estabilidad del suelo	SUE-4, SUE-8, SUE-9
		Paisaje	Cualidades estéticas	PAI-1, PAI-2, PAI-3, PAI-4
			Arreglo visual	
	Extracción, cargado y acarreo de mineral y tepetate	Atmósfera	Generación de polvos	AIR-1, AIR-2, AIR-3, AIR-4, AIR-5
			Humos y olores	
			Calidad del aire	
	Depósito de material estéril en terrero	Atmósfera	Ruido y vibraciones	PAI-1, PAI-2, PAI-3, PAI-4
		Paisaje	Arreglo visual	
	Depósito de mineral hacia el área de trituración	Atmósfera	Ruido y vibraciones	AIR-5
			Humos y olores	
		Geología	Relieve	GEO-1
			Geoformas	
	Planes de seguridad y emergencia	Agua superficial y subterránea	Patrón de drenaje	SUP-10, SUP-11, SUP-13, SUB-2, SUB-3, SUB-4, SUB-5, SUB-6, SUB-7, SUB-8, SUB-9
	Manejo de residuos	Atmósfera	Calidad del aire	AIR-3, AIR-4
		Suelo	Calidad del suelo	SUE-7, SUE-8, SUE-11, SUE-12, SUE-13, SUE-14, SUE-15, SUE-16
		Paisaje	Fragilidad del ecosistema	PAI-1, PAI-2, PAI-3, PAI-4
	Mantenimiento de maquinaria y equipo	Suelo	Calidad del suelo	SUE-7, SUE-8
Cierre y abandono	Estabilización de taludes (de terreros y tajos)	Gestión ambiental	Manejo y administración del riesgo ambiental	VIN-3, VIN-4, VIN-5, VIN-6, VIN-7, VIN-8

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES

VII.1 Pronósticos del escenario

Con base en los estudios de caracterización del sistema ambiental se intenta formar un panorama de las condiciones actuales, basado en los estudios de línea base, que prevalecen en los diferentes componentes del ambiente en el área del proyecto, lo que se sintetiza en el diagnóstico del Capítulo IV de este documento. A partir de esto y con el conocimiento de las obras que se pretenden desarrollar mostradas en el Capítulo II previo, se intenta describir el escenario modificado una vez que se inserten las obras mineras y se explica cómo serán amortiguados los cambios mediante medidas de prevención, mitigación y medidas compensatorias.

Con base en el trabajo de campo de Ampliación minera La India, se identifica que las condiciones actuales del proyecto minero presentan un grado de conservación aceptable dado que no se realizan aprovechamientos forestales, con excepción de la extracción de leña muerta y postería, para el autoconsumo y mercado local. También se tiene la presencia de pocas y pequeñas parcelas de cultivo, sobre todo para el establecimiento de huertas familiares. La operación minera más cercana al proyecto es la mina Mulatos, ubicada a aproximadamente 14 km, en línea recta, al SW del proyecto. El polígono que componen la Ampliación minera La India se encuentran con antecedentes de exploración minera (mismos que dieron pauta para la explotación del yacimiento) con una red de caminos y obras de barrenación rodeado por terrenos de agostadero cubierto por el tipo de vegetación de encino y encino pino.

Cabe destacar que en el área de estudio, ninguno de los aspectos del sistema ambiental que han sido analizados y descritos en el presente trabajo posee características o cualidades que permitan considerarlos como singulares o raros. El tipo climático, el arreglo geológico, el conjunto fisiográfico, los tipos y asociaciones de suelos, la cuenca, los patrones de drenaje y disponibilidad de agua, la flora y fauna, así como los elementos socioeconómicos son compartidos a nivel regional con la porción Este-Central del Estado de Sonora, siendo el caso que el sistema natural no presenta condiciones singulares, únicas o excepcionales para el sitio del proyecto. Por otra parte, no existen condiciones de aislamiento de ninguno de los elementos naturales descritos para el área de estudio, la cual posee características similares, en cuanto los elementos florísticos, faunísticos, climáticos, geológicos, fisiográficos, edafológicos e hidrológicos, con esta sección de la Sierra Madre Occidental.

Durante el desarrollo del proyecto minero se pondrá especial atención al cumplimiento en materia ambiental y se promoverá el desarrollo de la región. A continuación se describe el estado actual y los cambios previstos con el desarrollo del proyecto.

Recurso: Atmósfera

Condición actual:

No se cuenta con información oficial suficiente sobre la calidad del aire en la región del proyecto, pero como parte de la condición rural donde no existen de manera inmediata ninguna fuente de contaminación atmosférica. La mina Mulatos se localiza a 14 km del proyecto. No existen factores críticos ni relevantes en este rubro, donde el tipo de clima está ampliamente representado a nivel de cuenca.

El periodo de retorno de precipitación local estimado es de 180 mm como el valor probable que tendrá un evento de lluvia máxima en 24 horas que tenga un período de retorno de 100 años.

Pronóstico de cambio (con proyecto):

Los componentes de la atmósfera que se verán afectados son la calidad del aire, el ruido y las vibraciones, así como la generación de polvo. Para el caso de la calidad del aire, las actividades que mas impactarán adversamente son la operación de equipo de mina, la trituración de mineral y la refinación, se considera que estos efectos son parcialmente reversibles y parcialmente controlables y sucederán a corto plazo. Las medidas de mitigación y/o prevención que se tienen contempladas para estos impactos, son el riego de caminos, supresores de polvo, compactación de superficies apoyado por los estudios de caracterización del entorno ambiental, el mantenimiento de la maquinaria y equipo y los monitoreos de calidad del aire que se destacan más adelantes y los cuales tendrán efectos a corto plazo.

En cuanto al ruido se consideran que las actividades que más lo impactará son las voladuras, la operación de equipo de mina, la trituración de mineral, áreas de proceso, los trabajos de desmontes, así como la construcción de caminos y obras de apoyo, los cuales son efectos puntuales, a corto plazo y completamente reversibles. Las partículas suspendidas de tipo fugitivas se generarán durante las actividades de desmonte y principalmente en la fase de minado y acarreo del material, tráfico de vehículos dentro y alrededor de la mina, así como la carga y descarga de mineral y material estéril. Otra fuente de emisión de partículas será la planta trituradora, que afectará la calidad del aire ambiente pero principalmente la calidad del aire del entorno laboral, por lo que será de gran importancia tanto el control de la fuente como el uso por parte del personal del equipo de protección adecuado.

Resultante (con medidas de mitigación):

El rubro aire presenta al menos siete medidas de mitigación descritas previamente. Las anteriores medidas tendrán un efecto a corto plazo y se espera que disminuyan en gran medida las emisiones al aire ambiente. El monitoreo de la calidad del aire será el factor de vigilancia para reforzar las medidas de control en caso de exceder la norma aplicable y mantener informado a la Autoridad de las condiciones del sitio.

Se pronostica que las condiciones de la calidad del aire se modifiquen, de acuerdo al comportamiento que tendría el sistema ambiental sin proyecto.

Recurso: Geológico

Condición actual:

En el área de Ampliación minera La India no se identificaron rasgos geomorfológicos que pudieran indicar que se encuentra en una zona tectónicamente activa y por lo tanto susceptible al fenómeno de la sismicidad. La Ampliación minera La India se localiza en la zona B la cual se caracteriza por una frecuencia muy baja de sismos, y en caso de que se presenten, se esperaría una aceleración del suelo menor al 10% del valor de la gravedad. Igualmente, no existe evidencia de vulcanismo activo. Así mismo, el riesgo por inundación es descartado toda vez que las instalaciones del proyecto se desplantarán en partes altas y sin corrientes pluviales de consideración.

Los principales riesgos geológicos que pueden presentarse en el área son los relacionados con los movimientos de masa asociados a la fuerza de gravedad y a las condiciones hidroclimáticas de la región. En el análisis de la fotografía aérea y la imagen satelital, así como durante el trabajo de campo, no se identificaron sitios donde se haya presentado el deslizamiento de bloques rocosos. Dado que el suelo en general es muy irregular, delgado o no existente, tampoco se pudieron identificar deslizamiento de suelos. Debido a que el material geológico del área, se considera mínima la posibilidad de otros movimientos de masa tales como el flujo de lodo y similares.

Pronóstico de cambio (con proyecto):

El arreglo geológico se verá afectado principalmente por las actividades de voladuras y extracción de mineral y material estéril, modificando los factores de recursos minerales, estructura y profundidad y estabilidad del mismo. Por la naturaleza de la extracción de minerales, los impactos a este componente natural son de largo plazo, irreversibles y, en el mejor de los casos, parcialmente controlables. No hay medidas de mitigación para estos impactos.

Por el contrario, los impactos positivos más relevantes de la ejecución del proyecto es la extracción de los valores de oro y plata contenidos en el mineral ya que éstos proporcionarían fuentes de empleos, desarrollo de proveedores locales, proveedores de comercio y servicios, desarrollo de infraestructura como vías de comunicación y de transporte.

Es importante mencionar que todos estos impactos tendrán implicaciones positivas en la economía de la región, también cabe decir que tanto los efectos positivos como los negativos son a corto plazo ya que sucederán en un lapso menor a 10 años.

Las reservas probadas del yacimiento mineral serán agotadas, a menos que surjan nuevos descubrimientos con los programas de exploración que continúan en la zona.

Resultante (con medidas de mitigación):

Se describen dos medidas de mitigación en el Capítulo VI de este documento. Los impactos a este componente natural son de largo plazo, irreversibles pero parcialmente controlables. No hay medidas de mitigación para los impactos al estrato rocoso, pero si para los apilamientos de tepetate y mineral que se elevarán sobre el nivel del terreno. Las obras mineras se diseñaron con base en el acumulado de estudios geotécnicos, geoquímicos, así como de sismicidad, para evaluar los riesgos y contemplar en el diseño de los mismos factores de seguridad que garanticen su estabilidad operacional y durante la fase de abandono.

Recurso: Suelos

Condición actual:

El suelo está poco desarrollado, lo que se refleja en espesores delgados y lateralmente en una morfología irregular, mucha veces discontinua. Dado que el suelo en general es muy irregular, delgado o no existente, tampoco se pudieron identificar deslizamiento de suelos. Sin embargo, se considera factible que se presente el proceso de reptación del manto coluvial en aquellas laderas de pendiente mayor, pero igualmente en tales condiciones no se desplantarán las instalaciones mineras. Debido a que el material geológico del área, se considera mínima la posibilidad de otros movimientos de masa tales como el flujo de lodo y similares. Esto es bastante común en lugares con las pendientes más pronunciadas.

La caracterización del suelo con base en la NOM-021-RECNAT-2000 reveló, entre otros aspectos, que el pH varía entre 4.45 y 6.47 mientras que los valores de calcio son muy bajos, los de magnesio variable y los de potasio varían de medios a altos. El contenido de materia orgánica también se presenta en un rango de bajo a medio, siendo adecuados los micronutrientes fierro, cobre, manganeso y zinc, aunque se considera que, por su capacidad de intercambio catiónico, el suelo no presenta una reserva nutrimental alta. No se detectaron problemas de contaminación por arsénico, bario, cadmio, cromo total, níquel, mercurio, plata, plomo y selenio, pues los valores presentes en el suelo son menores a los niveles de detección y, por tanto, a los que establece la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004.

La Ampliación minera La India se encuentra ubicado en la Subregión 9, en la que la erosión de los suelos se ubica entre 2 y 3 ton/ha/año, la cual se considera como una erosión leve, en una región clasificada como terrenos estables bajo condiciones naturales. No se detectaron aprovechamientos actuales del bosque, que significan el talado de árboles, como existieron en el pasado y que existen en otras partes aledañas de la región. En el reconocimiento de campo no se observaron evidencia de procesos naturales que estén incrementando la intensidad de la erosión natural de los suelos y otros elementos físicos.

Pronóstico de cambio (con proyecto):

El suelo será el indicador ambiental que más se verá afectado negativamente por el desarrollo de la mina, la principal afectación será en el uso como suelo forestal, por el desmonte y despalme de terreno, previo cambio de uso del suelo.

La erosión es otro factor de impacto al suelo que debido a los desmontes y despalmes se propiciará su incremento, pero las obras de control de escurrimientos ayudarán a mitigar estos efectos, obras de control de escurrimientos, diseño de taludes, así como la siembra de semillas y la reforestación aunque ésta última acción ocurrirá mayormente a largo plazo (en la etapa de abandono de la mina).

La capacidad de filtración para recarga de acuífero se verá disminuida con el desarrollo de las obras mineras. Parcialmente, estos efectos serán reversibles pues se darán medidas que llevarán a la restauración del suelo y de la cobertura vegetal en las áreas susceptibles de ello, tales como terreros.

En cuanto a la calidad del suelo, se considera que es el componente que más efectos negativos pudiera tener, por lo que se implementarán varias medidas de prevención y mitigación como son el sistema de contención de soluciones de proceso, planes de emergencia, manejo de residuos, entre otras. Otra actividad que pudiera contaminar el suelo son las potenciales fugas y derrames de hidrocarburos, pero se considera parcialmente reversible y parcialmente controlable.

Un aspecto no menos importante que los anteriores es el de la deposición del suelo por migración de partículas, la cual podría verse afectado por el inadecuado diseño de las obras de control de escurrimientos, pero su medida será las obras permanentes de control de drenaje que se construirán durante la operación y en la fase de abandono de la mina.

Resultante (con medidas de mitigación):

Un total de 16 medidas de mitigación propuestas del capítulo anterior, así como el involucramiento de aspectos socioeconómicos y normativos para el cambio de uso del suelo, permiten pronosticar que el impacto residual prevaleciente, será benéfico para el quehacer productivo apegado al uso potencial del terreno.

Recurso: Hidrología superficial y subterránea

Condición actual:

La zona de Ampliación minera La India se ubica en la región hidrológica RH09 Sonora Sur, en la porción central sur de la cuenca del río Yaqui (Cuenca B) dentro de la subcuenca del río Sahuaripa (Subcuenca n). El principal cuerpo de agua en el área de Ampliación minera La India lo constituye el arroyo San José alimentado entre otros, por los arroyos La Cieneguita y La Amargosa, que atraviesan el proyecto, como se describió previamente.

El agua de los arroyos La Cieneguita y La Amargosa en el área de estudio corren libremente la mayor parte del año, siendo aprovechada por el ganado y la fauna silvestre. En cuanto a embalses de agua, en el área solamente existen pequeños repesos para uso de abrevadero del ganado y no representan, por tanto, ninguna repercusión hidrológica.

Los estándares establecidos en los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89 fueron el marco de referencia para evaluar la calidad del agua superficial, detectándose altos niveles de aluminio, en todos los sitios y ciclos de muestreo, para su uso como agua potable (0.02 mg/L) y para la protección de la vida acuática (0.05 mg/L), mientras que en el arroyo La Amargosa y en la parte denominada "aguas arriba" del arroyo Hondo, además se rebasa el valor límite (5 mg/L) para el uso pecuario. El cadmio se presenta dentro de la norma, excepto en las muestras aguas abajo, de marzo y junio del 2009, del arroyo La Cieneguita, en las que ese elemento encontró en el límite o casi en el límite para agua potable, pero por debajo del de uso pecuario. Igualmente, con valores muy por debajo de norma se tiene al boro, cianuro, cobre, arsénico, antimonio, bario y coliformes totales, mientras que la acidez es notable en el agua de los arroyos La Cieneguita, La Amargosa y Hondo, éste último en las muestras aguas arriba. El arroyo San José presenta condiciones alcalinas

La Ampliación minera La India se ubica dentro del acuífero Río Sahuaripa el cual tiene disponibilidad de agua subterránea, y presenta un volumen de agua disponible de 27.30 millones de metros cúbicos al año. Los datos de calidad del agua subterránea son escasos a este momento, disponiéndose solamente del análisis de dos muestras tomadas en dos barrenos ubicados en la vecindad de los ranchos La Cieneguita y La Amargosa. Su valoración se desarrolló con base en la norma NOM-127-SSA1-2000, resultando en ambos casos excedidos los valores de fierro, aluminio, plomo y manganeso, mientras que en la muestra en La Cieneguita, se rebasaron también los mínimos permitidos para el consumo humano de mercurio, cromo, zinc, arsénico y cadmio.

Pronóstico de cambio (con proyecto):

Las obras de Ampliación minera La India tendrán como consecuencia el impacto residual con la modificación, si bien local, de los patrones de drenaje dentro del proyecto minero, lo que sucederá desde la etapa de construcción. Se modificará el flujo de escurrimientos de arroyos locales en especial La Cieneguita y Amargosa, tributarios del Arroyo San José, previamente descrito.

Los impactos adversos se darán mayormente en el patrón de drenaje, variación de flujo y calidad principalmente por los desmontes, cortes, rellenos y compactación, durante la etapa de preparación del sitio y construcción, así como por la depositación de material estéril en las tepetateras.

Para el agua superficial los impactos adversos importantes son en el drenaje y estarán ocasionados principalmente por los desmontes, despalmes y cortes del terreno durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Debido a que la mayoría de los arroyos presentes en el área llevan flujo la mayor parte del año, las acciones de regulación del proyecto deben encaminarse a la protección del recurso.

Resultante (con medidas de mitigación):

La empresa promovente tiene el compromiso de involucrar al menos las 13 medidas de mitigación en hidrología superficial y 9 en hidrología subterránea propuestas en el capítulo anterior, para asegurar que los recursos prevalezcan en condiciones sanas y sin comprometer flujo ni usos futuros de este rubro.

Recurso: Tipos de vegetación y flora

Condición actual:

El proyecto minero está en bosque de encino-pino, mezclado con bosque de encino donde se inventarió 69 plantas vasculares agrupadas en 30 Familias taxonómicas, siendo dominante Fagaceae (encinos) con diez especies (14.4% del total inventariado), seguido por Pinaceae (pinos) con seis especies (8.7% del inventario) y Poaceae (pastos), Fabaceae (leguminosas) y Cactaceae (cactáceas suculentas) con cinco especies cada una para aportar individualmente el 7.2% del inventario florístico. El 91.3% del inventario son de ciclo de vida perennes, donde el estrato herbáceo es el más numeroso en especies, pero el dosel más conspicuo es el estrato arbóreo. El 63.7% de las especies inventariadas dentro de Ampliación minera La India se les identificó un uso regional.

La tendencia de los parámetros poblacionales destaca que en pocas especies se sustenta el valor de importancia de las comunidades vegetales, siendo mayormente boscoso al Norte, con la intromisión de áreas abiertas y pastos dominantes en la parte central y suculentas espinosas como asociación dominante dentro del bosque de encino existente en la parte Sur del proyecto minero.

Son dos especies (2.8% del total) pertenecientes a la Familia Cactaceae que se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se trata del órgano pequeño de estolones (*Echinocereus stoloniferus*) y la biznaga del río Sonora (*Mammillaria miegiana*), ambos en estatus de Protección especial, con distribución endémica en la región donde se ubica el proyecto La India.

Pronóstico de cambio (con proyecto):

El arreglo florístico que permanece en la Ampliación minera La India será afectado es la flora por los cambios en las condiciones de hábitat y la eliminación de la cobertura vegetal previo cambio de uso del suelo.

Son dos especies (2.8% del total) pertenecientes a la Familia Cactaceae que se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se trata del órgano pequeño de estolones (*Echinocereus stoloniferus*) y la biznaga del río Sonora (*Mammillaria miegiana*), ambos en estatus de Protección especial, con distribución endémica en la región donde se ubica el proyecto La India.

Otro aspecto del medio natural que será afectado es la cubierta vegetal, las barreras arbóreas y la captación de CO², los efectos adversos serán a corto plazo, y los efectos benéficos serán a largo plazo, es decir hasta el cierre de la mina, durante la etapa de restauración. En este mismo indicador las especies de interés comercial al igual que las de interés para la investigación se verán afectadas por los desmontes y despalmes, pero se espera una recuperación de estas durante el rescate de las mismas.

Resultante (con medidas de mitigación):

El rubro de tipos de vegetación y flora involucra a menos diez medidas de mitigación directas sobre la Ampliación minera La India. Entre las medidas más destacadas se describen a continuación.

Se deberá implementar un Programa de Protección de Especies vegetales para la Ampliación minera La India. Por otra parte, la Ampliación minera La India se sujetará a laborar estrictamente en las superficies solicitadas, marcándose desde inicio los límites de las áreas a intervenir a efecto de respetar el resto del ecosistema.

El proyecto minero contempla el establecimiento de áreas verdes y de conservación dentro del diseño del proyecto como parte del acondicionamiento del mismo. Aun más, el proyecto comprende 27 concesiones mineras con un total de 26,643.51 hectáreas de superficie a través de concesiones mineras, por lo que gestionará durante la vida de la mina, el establecimiento de unidades de manejo de vida silvestre para el mejoramiento de hábitat y las poblaciones de vida silvestre, encaminadas a la conservación del sitio.

Recurso: Fauna silvestre

Condición actual:

El proyecto se ubica mayormente en un ecosistema de bosque, con arreglos vegetativos de bosque de encino y de encino-pino, donde la fauna existente posee las características en hábito y funcionalidad para sobrevivir en este medio. El área de estudio de Ampliación minera La India pertenece a la Provincia mastogeográfica llamada Sierra Madre Occidental y a la Provincia Herpetofaunística llamada Mexicana del Oeste. La ubicación de Ampliación minera La India que posee buenas condiciones en los componentes de hábitat (espacio físico, agua, refugio, sitios de crianza y alimento particularmente), a la par de encontrarse en ambiente débilmente modificado, lo que significa que presenta un alto valor de conservación en la región, comparativamente a las condiciones del resto del Estado. Lo anterior hace posible que existan arreglos faunísticos que revelan de manera general que las cadenas tróficas están bien relacionados, donde los grupos dominantes dan indicio de relaciones poblacionales, entre ellas la de predador-presa.

El inventario de fauna silvestre con potencial ocurrencia en el área, se compone de 243 vertebrados, distribuidos de la siguiente manera: 46 especies de mamíferos, 129 aves, 36 reptiles, 12 anfibios y 20 peces. Visualmente, se han registrado en el sitio 72 especies (alrededor del 30% del inventario total), siendo más notorias el grupo de aves. El 16.7% del inventario de fauna, se ubica en alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010, siendo el grupo de aves que más especies presenta especies en protección, seguida de reptiles y peces.

Pronóstico de cambio (con proyecto):

En fase de operación, el sistema de contención de soluciones de proceso y el riego de mineral puede afectar adversamente a las aves que serán atraídas por el agua almacenada. Se colocarán mallas o cubiertas en las piletas y dispositivos para ahuyentar las aves de las áreas de proceso, así como la instalación de fuentes de agua limpia en el entorno al proyecto.

Para el caso de los mamíferos y los reptiles, se están considerando colocar cercos de protección para que no ingresen las áreas mineras, que se vean afectados por las voladuras, ya que las vibraciones y ruido de estas tienen un radio de acción más allá de la zona de minado. Algo que se espera sea beneficios para la fauna es el rescate y reubicación de las especies protegidas.

Resultante (con medidas de mitigación):

Son cuatro las medidas de mitigación propuestas en materia de fauna silvestre. Se deberá implementar un Programa de Protección de Fauna para la Ampliación minera La India, que debe contener al menos la selección de las especies de fauna con más viabilidad de rescate y relocalización en áreas naturales aledañas al sitio del proyecto. Dándole prioridad a las especies protegidas que se identificaron en el sitio.

Con anterioridad a las actividades de desmonte se ahuyentará la fauna existente y se reubicarán los nidos de especies protegidas, en el caso de encontrarse. El desmonte se llevará a cabo en forma unidireccional exclusivamente en el espacio necesario para la construcción, disminuyendo con ello, la afectación a la fauna.

Quedará estipulado que todos los empleados y contratistas de la empresa minera tienen prohibida la recolección, captura y caza de especies de fauna silvestres, tanto en el área del proyecto como en los alrededores.

En particular, para la protección de las aves, se instalarán dispositivos para ahuyentar las aves. Para evitar el acceso de mamíferos, se instalarán cercos de seguridad en las áreas de procesos y en algunas zonas de mayor riesgo se controlará la entrada de especies de talla pequeña mediante la instalación de cercos de configuración más cerrada. Se dará mantenimiento constante a los cercos de las instalaciones mineras donde se deba restringir el paso de la fauna.

Recurso: Paisaje

Condición actual:

El sitio de Ampliación minera La India se ubica en un terreno montañoso y accidentado, lo que hace que los lugares que se considera pueden ser utilizados, para el desarrollo de las obras mineras, están bordeados por morfoestructuras que representan obstáculos para su visibilidad. La región es de muy baja densidad poblacional y en el área bajo estudio no existen centros poblacionales ni vías de comunicación vecinales desde las cuales las personas en tránsito puedan observar el sitio del proyecto. En cuanto a visibilidad, la Ampliación minera La India no representa un factor significativo para el paisaje, toda vez que la densidad de observadores es demasiado baja y que el proyecto solamente podrá ser apreciado desde lugares cercanos al mismo y/o despoblados o, en algunos casos (ranchos pequeños), con escasos moradores, además de la carencia de personas en tránsito por la inexistencia en el área de caminos comunicando a los centros poblacionales de la región.

Respecto a calidad paisajística, no existen en el área singularidades o elementos naturales de carácter sobresaliente que permitan categorizarla en forma especial. De hecho, la conformación topográfica, geológica, geomorfológica, hidrológica, vegetativa, edáfica y climática del área de estudio es bastante común en este segmento de la Sierra Madre Occidental, tanto cuando se consideran estos elementos en lo individual como en su conjunto. Por otro lado, en la unidad de paisaje no existen grandes cuerpos de agua, sobresalientes acantilados u otros recursos escénicos que puedan ser aprovechados ni tampoco elementos que por su carácter científico, cultural o histórico sean de interés. Finalmente, en calidad visual, se considera que ésta es baja toda vez que en el transcurso de este trabajo no se identificaron procesos que, por su intensidad o extensión, estén impactando negativamente al paisaje y, al mismo tiempo, previniendo la absorción y recuperación de dichos impactos, donde se considera que existe una capacidad de moderada a buena para absorber los impactos que causarán las actividades mineras.

Pronóstico de cambio (con proyecto):

Uno de los aspectos que más se afectarán negativamente es sin duda las cualidades estéticas, los efectos sobre este indicador son la mayoría a corto plazo, irreversible e incontrolable. Los componentes que más se verán afectados son el relieve y el paisaje.

El paisaje será impactado en primera instancia por los desmontes y despalmes, después ambos componentes (relieve y paisaje) se afectarán por los cortes y rellenos, las voladuras, la depositación de material estéril en terreno, colocación del mineral en patio y suavización de taludes en patio, todos estos impactos podrían ser parcialmente reversible a largo plazo mediante la restauración y reforestación del lugar.

Resultante (con medidas de mitigación):

El impacto al paisaje tratará de ser minimizado durante la operación de la mina en las áreas que vayan siendo terminadas (como tepetateras) y principalmente al final de la vida útil del proyecto, en la etapa de abandono mediante la suavización de taludes y reforestación.

Al completarse el minado, los taludes de los terreros tienen que ser suavizados previo al establecimiento de la cobertura vegetal, para favorecer el establecimiento de la vegetación.

Una vez terminados los trabajos se procederá a estabilizar las áreas que no serán usadas para construcción de otras obras mineras; rehabilitando el sitio y reforestando con especies nativas, hasta donde sea posible, toda la zona afectada.

Recurso: Aspectos socioeconómicos

Condición actual:

La Ampliación minera La India se ubica en una zona rural con acceso desde Hermosillo por la carretera estatal Hermosillo-Sahuaripa y por diversos caminos de terracería que comunican el proyecto con los poblados Trigo de Corodepe, La Iglesia, Tarachi y Matarachi. La ciudad de importancia más cercana es Arivechi, Sonora localizado a cerca de 37 km en línea recta hacia el noroeste del proyecto minero (aún cuando el proyecto se ubica físicamente en el municipio de Sahuaripa), con cobertura de infraestructura en comunicaciones y servicios. El poblado rural más cercano al proyecto es Matarachi, ubicado a 6 Km al SW del proyecto. Este poblado cuenta con 163 Habitantes y está comunicado por camino de terracería en buenas condiciones. Este poblado cuenta con el servicio de energía eléctrica y agua entubada, aunque se detectan deficiencias en cuanto al servicio drenaje y la disposición de basura.

En un radio aproximado de 20 Km se encontraron comunidades de tres municipios: Sahuaripa, con 12 localidades, Arivechi y Yécora con 1 localidad, como se detalla más adelante en el apartado socioeconómico. La población local practica como principal actividad productiva la cría de ganado, fundamentalmente bovino. La agricultura se ha desarrollado en pequeñas tierras en la parte baja del Arroyo Hondo. Así mismo, dispersas en la zona se encuentran pequeñas y poco numerosas parcelas abandonadas donde se cultivaron frutales de diversos tipos.

Pronóstico de cambio (con proyecto):

Como en cualquier proyecto productivo, la socioeconomía de la región es el principal indicador que se ve impactado benéficamente, esto dado principalmente por la contratación de personal, que genera empleos del tipo directo e indirecto. La inversión de capital que se hará para la Ampliación minera La India será de alrededor de 123 millones de dólares americanos.

En particular los acuerdos con los propietarios del terreno favorecen la tenencia de la tierra y la economía regional. Al respecto, la empresa promovente ha adquirido en propiedad, una superficie de 2,499.63-50 ha y posee la promesa de compra venta de terrenos adicionales, mismos que rodean la superficie que componen la Ampliación minera La India.

En cuanto a los servicios e infraestructura, las acciones que impactarán son la rehabilitación de caminos existentes, el campamento y sistema de suministro de agua, los cuales serán a corto plazo y directos, donde los efectos se consideran serán a largo plazo, de manera indirecta para utilidad de la comunidad. El proyecto a su vez, promueve fuentes de empleos, desarrollo de proveedores locales, proveedores de comercio y servicios, desarrollo de infraestructura como vías de comunicación y de transporte.

Resultante (con medidas de mitigación):

El capítulo anterior propone ocho medidas de mitigación sobre los recursos socioeconómicos del sitio y ocho más en aspectos de vinculación de uso del suelo y de gestión ambiental. Sobre las actividades productivas como la industria y minería los efectos son positivos; para el caso de la industria las actividades que pudieran tener efectos sobre ella son las áreas del suministro de sustancias químicas y de insumos (principalmente combustibles), la operación de planta de proceso, estos efectos serán a corto plazo, completamente reversibles, así como dentro y fuera de la zona de estudio. Desde luego la minería será la actividad productiva que más impacto tendrá, desde los acuerdos con propietarios del terreno hasta la comercialización del producto. Otros aspectos importantes son la calidad de vida y salud de los trabajadores y las comunidades vecinas, se considera que estos componentes no se verán afectados adversamente, por el contrario, las acciones de responsabilidad social ejercidas por la empresa en beneficio de salud y mejora a las comunidades cercanas a sus operaciones son benéficas.

VII.2 Programa de vigilancia ambiental

Tomando como base la normatividad aplicable, se diseñará un programa de monitoreo ambiental que tendrá como propósito dar seguimiento y cumplimiento a todas las medidas ambientales propuestas y requeridas durante las fases del desarrollo de Ampliación minera La India.

Se establecen en este programa las acciones de monitoreo y vigilancia, su periodicidad, los procedimientos de supervisión que permitan determinar si las medidas aplicadas son suficientes o se requiere de hacer correcciones o ajustes a las mismas. Por esta razón el programa de vigilancia ambiental debe ser dinámico y actualizarse periódicamente con base en el análisis e interpretación de los datos generados. Se desprende de esto la necesidad de implantar un sistema adecuado para el registro y procesamiento de datos que permita la interpretación de la información y la valoración de la eficiencia de las medidas aplicadas.

La protección al ambiente deberá tener como premisa el enfoque preventivo, es decir, aplicar los mejores criterios de diseño y tecnologías limpias en la construcción y operación de la mina, a la par se implementará un programa de reducción y reciclado de residuos y minimización del uso de sustancias peligrosas. De esta manera se reducen las medidas de control y mitigación para el proyecto.

Para garantizar y prevenir posibles fuentes de contaminación se implementará un programa preventivo de mantenimiento en todas las áreas del proyecto. Una vez en operación, se realizarán auditorías ambientales y de seguridad internas y se reforzará con un programa de monitoreo.

El programa de monitoreo tiene como propósito dar seguimiento y cumplimiento a todas las medidas ambientales propuestas y requeridas para cada una de las fases de desarrollo del proyecto. El programa de monitoreo se enfocará a observaciones en los cauces de agua o canales de desviación, vigilar la calidad del agua subterránea y superficial en la zona y vigilar las condiciones de seguridad del sitio. Además de observaciones en el establecimiento de la vegetación nativa y fauna silvestre. Un desarrollo adecuado de monitoreo ofrece efectos positivos al ambiente, ya que se está supervisando cada uno de los factores que pudieran causar daño, y si es que existe alguna alteración, poder atenderla de manera inmediata, creando un escenario ambiental favorable.

Sobre los recursos físicos se colectarán y analizarán periódicamente muestras de agua y sedimentos de arroyos para vigilar la calidad del agua en el área de influencia del proyecto. También se recomienda monitoreo de la calidad del aire tanto en puntos específicos de emisión, así como en el aire ambiente en la periferia, y viento abajo, de las operaciones mineras. Las acciones de monitoreo que se proponen deben de revisarse y acordarse con las autoridades en lo relacionado con la frecuencia, intensidad y duración de los monitoreos, según los parámetros y condiciones a vigilar y en cumplimiento con la normatividad aplicable. En materia de recursos biológicos, se recomienda llevar a cabo el biomonitoreo del entorno al proyecto, para valorar el éxito de los programas de protección de especies, realizar investigación como parte de las acciones concurrentes previo al cierre minero y seleccionar una o dos parcelas fuera de las áreas a afectar por las obras mineras, preferentemente sitios que se hallan incluidos en los estudios ambientales base, donde se lleven registros anuales de indicadores del estado de conservación de los recursos de flora y fauna. Lo anterior, con el propósito de evaluar el impacto del proyecto sobre el funcionamiento del ecosistema circundante.

En la siguiente tabla se muestran las acciones de monitoreo propuestas para la Ampliación minera La India.

Tabla VII.1. Monitoreo de recursos físicos y biológicos de Ampliación minera La India.

Variable	Referencia	Normatividad aplicable	Puntos de monitoreo
Calidad de agua superficial	De acuerdo a los criterios de calidad según los usos de cuerpos de agua y se compara con la calidad fondo de la línea base.	CE-CCA-001/89	Sitios de muestreo de agua superficial, en especial los arroyos La Cieneguita, La Amargosa y aguas abajo sobre su tributario Arroyo San José
Calidad de aguas subterráneas	Se compara con la calidad fondo de la línea base.	En apego a los usos que se pretenda	Pozos de monitoreo a definir aguas, en especial aguas abajo de Ampliación minera La India.
Sedimentos de arroyos	Metales totales de acuerdo a la calidad fondo de la línea base.	Condiciones iniciales de calidad.	De acuerdo a los sitios de muestreo de sedimentos elaborados en línea base (Ver apartado de hidrología).
Calidad de agua de descarga de fosas sépticas de servicio	De acuerdo a la NOM de descarga	NOM-001-SEMARNAT-1996	En los puntos de descarga de las fosas sépticas.
Caracterización de residuos	Comparativa con la NOM aplicable si los residuos clasifican como peligrosos	NOM-157-SEMARNAT-2009	A todos los residuos que se generen en la operación minera, cuando se requiera, previo a establecer planes de manejo de residuos
Ruido ambiental	Decibeles	NOM-081-SEMARNAT-1994	Proyectar el monitoreo para establecer línea base y estrategias de regulación de ruido, de ser necesarios.
Generación y naturaleza de Residuos	Bitácora de generación de residuos	Reglamento de la Ley General para la prevención y Gestión Integral de los Residuos	Permanente.
Consumo de reactivos y combustibles.	Bitácoras de consumo		Permanente
Registro de rescate de especies de flora y producción de plantas en sitios fuera de producción minera	Porcentaje de sobrevivencia	Cumplimiento a condicionantes de SEMARNAT	Durante la preparación del sitio y cada vez que se realicen rescates en apego al programa de avance de obras.
Registro de indicadores del estado de conservación del recurso flora	Parámetros poblacionales como: densidad, cobertura, biomasa forestal, etc	Información que soportará los programas de restauración de la mina	Se recomienda periodicidad semestral
Observaciones del estado de la fauna silvestre	Observaciones de ausencia/presencia de fauna (aves, mamíferos, etc.).	Información que soportará los programas de restauración de la mina	Se recomienda periodicidad semestral

VII.3 Conclusiones

El proyecto se enmarca en el Sector Primario, dentro del subsector Minería, en la explotación de minerales metálicos, donde se contempla la ocupación de envolvente de obras y servicios de salvaguarda minero hasta llegar a las 3,318.714 ha para la explotación de un yacimiento con contenidos de oro y plata por el método de minado superficial (tajo abierto) y así como las áreas de servicio apropiadas para la operación segura del proyecto. El proyecto se desarrollará dentro de una superficie total de envolvente de obras y servicios de salvaguarda minero hasta llegar a las 3,318.714 ha compuesto por diez polígonos que cubren todas las áreas necesarias para la optimización del desarrollo minero

A nivel regional, la principal actividad productiva que se registra actualmente en la zona es la ganadería del tipo extensivo. La zona presenta un grado de conservación aceptable dado que no se realizan aprovechamientos forestales, con excepción de la extracción de leña muerta y postería, para el autoconsumo y mercado local. También se tiene la presencia de pocas y pequeñas parcelas de cultivo, sobre todo para el establecimiento de huertas familiares. La operación minera más cercana al proyecto es la mina Mulatos, ubicada a aproximadamente 14 km, en línea recta, al SW del proyecto. El polígono que componen la Ampliación minera La India se encuentran con antecedentes de exploración minera (mismos que dieron pauta para la explotación del yacimiento) con una red de caminos y obras de barrenación rodeado por terrenos de agostadero cubierto por el tipo de vegetación de encino y encino pino.

La selección del sitio fue definida en función directa con la configuración del yacimiento minero, el cual estará delimitado por la zona mineralizada, mientras que las obras e instalaciones para operar la unidad minera se diseñan lo más compacto y cercano posible al yacimiento para disminuir distancias de acarreo y perturbar la menor superficie posible. Otros factores determinantes en la ubicación de las obras e infraestructura de apoyo al desarrollo minero son la topografía y rasgos hidrológicos del área.

- El proyecto es un detonante en la economía regional, con una tasa de retorno superior al 25%.
- Generar aproximadamente 350 empleos directos en la etapa de operación y 1200 en la etapa de construcción. Este proyecto minero traerá empleos a una zona rural donde las oportunidades laborales son escasas, pues la principal actividad económica formal es la ganadería, dándose la agricultura a baja escala en la región.
- A la vez, promueve el desarrollo de proveedores locales en bienes y servicios para el proyecto
- Contribuye al desarrollo socioeconómico general de la zona Este de Sonora, pues el proyecto puede ser detonante para la promoción y fomento de otras actividades económicas y socioculturales.

El proyecto fue evaluado desde el punto de vista técnico, económico y ambiental, resultando viable las actividades previstas en el sitio con el arreglo propuesto, con potencial para convertirse en una mina rentable, donde el recurso mineral identificado, medido, indicado e inferido es económicamente viable. Lo anterior sin menoscabo de comprometer los recursos técnicos y económicos garantizando las mejores prácticas de protección ambiental del área toda vez que:

- No se comprometerá la biodiversidad regional
- No se provocará la erosión de los suelos
- No se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación, y
- Que los usos alternativos del suelo que se proponen en el presente estudio, son más productivos a largo plazo en la región, que el resto de las actividades que actualmente se llevan a cabo.

El proyecto tiene una vida útil de 12 años compuesto de un año de preparación del sitio y construcción (pre-producción), nueve años de operación y dos años de cierre, siendo el año 11 compartido con la operación residual. Previamente (desde 2004) ocurrió la exploración que sustenta el rango de minado del proyecto, así como la adquisición de las concesiones mineras, regulación de acuerdos con superficiarios y estudios de línea base ambiental.

Las actividades de preparación del sitio están sustentadas en los estudios de línea base ambiental realizados con dos años de duración en el sitio. Los desmontes y despalmes del terreno se irán realizando gradualmente por etapas de acuerdo a los planes anuales de desarrollo descritos anteriormente. Así mismo, los estudios técnicos a detalle del proyecto, permiten asegurar que el arreglo de obras previstas para las operaciones mineras, son las condiciones más seguras y de menor afectación que contemplan:

- Administración de aguas superficiales
- Administración de aguas subterráneas
- Administración de la calidad del aire
- Administración de la fauna
- Programa de conservación de suelos
- Programa de protección de especies vegetales

Las labores encaminadas al abandono del proyecto en una etapa post-operación de Ampliación minera La India se llevará a cabo durante las actividades mineras cuando sea posible, pero la mayor parte del trabajo se realizará una vez concluido el minado y la recuperación de final del mineral residual. El objetivo de la etapa de abandono es reincorporar los terrenos al uso original y la reintegración del hábitat natural con flora y fauna. Para lograr estos objetivos, se incluirán los siguientes elementos clave en el plan de recuperación:

- Estabilización química, lograda a través del lavado y neutralización del patio y estabilizando los tajos y terreros;
- Estabilización física, lograda a través de la preparación de pendientes y de la aplicación de tierra y la revegetación;
- Monitoreo de aguas.

En la valoración de impactos ambientales realizada, el proyecto involucra un total de 1240 interacciones potenciales, donde la matriz de cribado mediante Leopold (1990) destacó 404 interacciones directas (32% de relación directa actividad del proyecto *versus* atributo ambiental). Los impactos benéficos representan para el proyecto el 71.79% del total con duración extensa durante la vida útil de la mina, mientras que los impactos adversos son el 28.22%, mismo que ocurren principalmente en las primeras etapas del proyecto y posteriormente es controlable y/o reversible como se destaca más adelante. Los impactos benéficos significativos (11.39% del total) superaron a los impactos adversos significativos (7.18% del total). Igualmente los impactos benéficos poco significativos (60.4% del total) superaron a los impactos adversos poco significativos (21.04% del total), lo que se confirma con la aplicación de la valoración de magnitud y significancia para la evaluación de los impactos, según se describe más adelante.

Con base en el análisis realizado sobre la matriz de identificación de impactos, se encontraron que las 404 interacciones entre los atributos del ambiente y las actividades están distribuidas en 121 del medio natural abiótico (29.95% del total), 51 del medio natural biótico (12.62%), 30 en paisaje (7.43%), 138 del medio socioeconómico (34.16%) y 64 en gestión ambiental (15.84% de las interacciones). Visto desde la perspectiva de las etapas del proyecto, 75 interacciones son aportadas en la etapa de preparación del sitio (18.81% del total), 105 interacciones (25.99%) en la etapa de construcción, 168 interacciones en la etapa de operación y mantenimiento (equivalentes al 41.58% de todas las interacciones) y 55 interacciones (13.61%) en la etapa de cierre y abandono del proyecto.

Se puede decir que la mayoría de los potenciales impactos adversos al ambiente que producirá este proyecto minero, podrán ser mitigados en diferentes grados de acuerdo a las medidas que se proponen en el capítulo VI de esta manifestación de impacto ambiental. El programa de monitoreo ambiental que se propone será una de las acciones más importantes a implementar en todas las fases del proyecto, ya que su finalidad es detectar oportunamente y tomar las medidas pertinentes en caso de alteraciones considerables en el entorno natural atribuibles a las operaciones mineras.

La Ampliación minera La India representa un efecto detonador en la economía local, sobre todo por la continuidad de proyectos de crecimiento de la empresa promovente, al pasar de una exploración sistemática a reservas probadas para la explotación del mineral, lo cual implica beneficios directos en las comunidades rurales inmediatas, municipio de Sahuaripa y Sonora.

En compromiso de la empresa promovente va más allá de la explotación de Ampliación minera La India. La empresa contempla el involucramiento en el quehacer socioeconómico, cultural y de conservación de la región y el primer paso ha sido la adquisición de la propiedad de 2,499.6650ha. El resto del terreno pretende sea salvaguarda del sitio debido a que las colindancias inmediatas serán la propia empresa, a la vez de generar proyectos de conservación, mejoramiento del hábitat y de diversidad productiva, entre otros.

En consecuencia, el proyecto resulta viable de ser autorizado en función que la resolución que se solicita a través de este documento corresponde a un proyecto compatible con los ordenamientos jurídicos e instrumentos normativos ambientales aplicables y vigentes. La operación y desarrollo de Ampliación minera La India no contraviene ninguna disposición jurídica o normativa, explícita en las Leyes, Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas, que le son aplicables en materia de prevención de la contaminación y del aprovechamiento, preservación y restauración de los recursos naturales.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIÓNES ANTERIORES

VIII.1 Formatos de presentación

VIII.1.1 Planos definitivos

En el desarrollo del documento se presentan los planos que detallan las descripciones

VIII.1.2 Fotografías

ANEXO 5. MEMORIA FOTOGRAFICA DEL PROYECTO

VIII.1.3 Videos

No se contempla

VIII.1.4 Listas de flora y fauna

En cada uno de los apartados de la descripción del sistema ambiental se presentan los inventarios de flora vascular y fauna vertebrada.

VIII.2 Otros anexos

Se presentan en el índice de este documento.

VIII.3 Glosario de términos

No se incluye. Cuando es necesario en el desarrollo del documento, al pie de página o de tabla, se representó la simbología empleada, así como abreviaturas aplicables.

IX. BIBLIOGRAFIA

- Alden P., 1969. Finding the Birds in Western Mexico. A guide to the states of Sonora, Sinaloa, & Nayarit, The University of Arizona Press, Tucson, Arizona. 138 pp. 138.
- Allen, M. J. 1933. Report on a Collection of Amphibians and Reptiles from Sonora, Mexico, with the Description of a New Species. Occasional Papers of the Museum of Zoology 259, University of Michigan Press, Ann Arbor
- Alvarez del Villar, J. 1970. Peces Mexicanos (claves). Inst. Nac. Invest. Biol. Pesqueras, México, Ser. Invest. Pesquera Estud. 1:1-166.
- Aranda Sánchez, Jaime Marcelo, 1981. Rastros de los Mamíferos Silvestres de México (manual de campo), primera edición. Edit. Instituto Nacional de Investigaciones Sobre Recursos Bióticos, Xalapa, Ver., México, 198 pp.
- Arita, H.T. 1993. Riqueza de especies de la mastofauna de Mexico. Pp. 109-128. In: R.A. Medellín y G. Ceballos (eds.) Avances en el estudio de los mamíferos de México. Asociación Mexicana de Mastozoología. A.C. México.
- Arita, H.T. 2001. Informe final* del Proyecto Q068 CONABIO. Patrones geográficos de diversidad de los mamíferos terrestres de América del Norte. Reporte técnico final.
- Arriaga, L., V. Aguilar, J. Alcocer. 2002. "Aguas continentales y diversidad biológica de México". Región Terrestre Prioritaria (RTP) 13 "Subcuencas del Río San Pedro y Río Santa Cruz". Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de La Biodiversidad. México.
- Boca-Venegas, J.M. 2000. Caracterización de la estructura vertical y horizontal en bosques de pino-encino. Tesis de Maestría. UANL. Facultad de Ciencias Forestales. Subdirección de Postgrado.
- Bogert & Oliver, 1945. Herpetofauna of Sonora, Bulletin of the American Museums of Natural History, Vol. 83, pp. 297-426.
- Bogert, C. M. and J. A. Oliver. 1945. A preliminary analysis of the herpetofauna of Sonora. Bull. Am. Mus. Nat. Hist. 83: 297-426.
- Brown D. E. 1982. Biotic Communities of the American Southwest, United States and México. Desert Plants, Vol. 4 (1-4) 315 pp.
- Bufete jurídico Rodríguez y Asociados. 2011. Actualización y aporte jurídico a las obras y actividades de Ampliación minera La India. Reporte Interno del Capítulo III del manifiesto de impacto ambiental.
- Bufete Minero y Servicios de Ingeniería, S.A. de C.V. 2011. Revisión del apartado hidrológico superficial, subterráneo y aporte de los avances de obtención de fuente de suministro de agua.
- Burt, W.H., y R.P. Grossenheider, 1980. A field guide to the mammals of North America north Mexico, Third Edition, National Audubon Society, 289pp.
- Caire W., 1978. The Distribution and Zoogeography of the Mammals of Sonora Mexico, Disertation Tesis, University of New Mexico, Albuquerque, New Mexico.

- Casas Andreu, G., Reyna Trujillo, T., (1990)., "Provincias herpetofaunísticas". En: Herpetofauna (Anfibios y reptiles). IV.8.6. Atlas Nacional de México. Vol II. Escala 1:8000000. Instituto de Geografía, UNAM., México
- Castelo, E., O. Ricalde y J. Panero. 2003-2005. Catálogo de Autoridades de Asteráceas Mexicanas y Actualización de tribus Heliantheae y Eupatorieae. University of Texas. Base de datos SNIB-CONABIO proyectos V004, AE012 y CS011. Mexico, D.F.
- Centro de Salud Rural de Población Concentrada, Sahuaripa, 2007. Estudio de Comunidad y Diagnóstico de Salud del municipio de Sahuaripa, Sonora.
- Centro de Salud Rural de Población Dispersa Arivechi, 2008. Diagnóstico de Salud Comunitario, Arivechi, Arivechi, Sonora.
- Centro de Salud Rural de Población Dispersa Tarachi, 2007. Diagnóstico de Salud Comunitario, Tarachi, Arivechi, Sonora.
- Centro de Salud Rural de Población Dispersa Tarachi, 2008. Diagnóstico de Salud Comunitario, Tarachi, Arivechi, Sonora.
- CITES, 2009. Apéndices I, II, III to the Conservation on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora, U.S. Fish and Wildlife Service, Interior.
- CITES, 2009. Apéndices I, II, III to the Conservation on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora, U.S. Fish and Wildlife Service, Interior.
- Comisión Nacional del Agua (CNA), (1998). "Cuencas Hidrológicas". Escala 1:250000. México.
- Comisión Nacional del Agua (CNA), (1998). "Cuencas Hidrológicas". Escala 1:250000. México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1999). "Uso de suelo y vegetación modificado por CONABIO". Escala 1: 1000000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1997). "Provincias biogeográficas de México". Escala 1:4 000 000. México.
- CITES, 2008. Apéndices I, II, III to the Conservation on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora, U.S. Fish and Wildlife Service, Interior.
- CONABIO, 1998. Sistema de información sobre especies invasoras de México. Fecha de consulta: 1marzo2009. URL_plantas
- CONABIO, 2002. Fichas de Especies del proyecto W028. Estatus de conservación de los peces dulceacuícolas del PROY-NOM-059-2000 en el noroeste de México: Sonora y Baja California, Bases de datos SNIB -CONABIO. Proyecto W028. México. D.F.
- CONABIO, 2009. SIIT*mx Sistema Integrado de información Taxonómica-México (<http://siit.conabio.gob.mx/>)
- CONABIO, 2009. SIIT*mx Sistema Integrado de información Taxonómica-México (<http://siit.conabio.gob.mx/>)
- CONAFOR.- http://148.223.105.188:2222/gif/snif_portal/
- COTECOCA, 1974. Flora del Estado de Sonora. COTECOCA, Sonora

- Delia Patricia Aguayo Hurtado. 2010. Estudios de línea base durante dos años del medio físico, biológico, socioeconómico, regionalización y vinculación del proyecto con la regulación del uso del suelo.
- Diario Oficial de la Federación. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. México, Diciembre de 2010. (Primera Sección).
- Enderson E. & otros, 2009. The herpetofauna of Sonora, México, with comparisons to adjoining status. In: Check list. 5(3): 632-672, 2009. ISSN: 1809-127X.
- Espinoza-Perez, H. T.Gaspar-Dillanes, P. Fuentes-Mata. 1993. Listados faunísticos de México. III. Los peces dulceacuícolas mexicanos. UNAM. Instituto de Biología. Departamento de Zoología. ISBN 968-36-1004-8 (serie), México. 97 pp.
- FA, J.E., y L.M. Morales, 1998. Patrones de diversidad de mamíferos de México, pp. 315-354. En: Diversidad Biológica de México, Orígenes y Distribución, Ramamoorthy T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.), Instituto de Biología, UNAM. 792 pp.
- Fernández-Aguirre, M.A., Almazán-Vázquez, E., 1991. Carta Geológica Arivechi. Dirección General de Fomento Minero, carta escala 1:50,000.
- Fernández-Aguirre, M.A., Almazán-Vázquez, E., 1991. Carta Geológica Arivechi. Dirección General de Fomento Minero, carta escala 1:50,000.
- Ferrari, L., Valencia-Moreno, M., Bryan, S., 2007. Magmatism and tectonics of the Sierra Madre Occidental and its relation with the evolution of the western margin of North America. GSA, Special Papers, vol. 422, p. 1-39.
- Ferrari, L., Valencia-Moreno, M., Bryan, S., 2007. Magmatism and tectonics of the Sierra Madre Occidental and its relation with the evolution of the western margin of North America. GSA, Special Papers, vol. 422, p. 1-39.
- Ferrusquía-Villafranca, I. (1990). "Provincias Bióticas (con énfasis en criterios morfotectónicos)" en Regionalización Biogeográfica, IV.8.10. Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1:4 000 000. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Fitzpatrick J. W., 2002. Bird of North America Field Guide, National Geographic Society, 4th Edition, Washington, D.C.
- Flores-Villela A O., 1993. Herpetofauna Mexicana, Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Carnegie Museum of Natural History.
- Franco. J. 1991. Manual de Ecología. Ed. Trillas, México. 266 pp.
- Gans, P.B., 1997. Large magnitude Oligo-Miocene extension in southern Sonora: Implications for the tectonic evolution of northwest Mexico. Tectonics. <http://www.geol.ucsb.edu/faculty/gans/mexico/sr.html>
- Gans, P.B., 1997. Large magnitude Oligo-Miocene extension in southern Sonora: Implications for the tectonic evolution of northwest Mexico. Tectonics. <http://www.geol.ucsb.edu/faculty/gans/mexico/sr.html>
- Gray, M., Giroux, G., 2009. February 2009 Indicated and Inferred Mineral Resource Estimate, La India Gold Project, Municipio of Sahuaripa, Sonora, Mexico. Grayd Resource Corporation. Reporte Técnico.200 pp.

- Gray, M., Giroux, G., 2009. February 2009 Indicated and Inferred Mineral Resource Estimate, La India Gold Project, Municipio of Sahuaripa, Sonora, Mexico. Grayd Resource Corporation. Reporte Técnico. 200 pp.
- Grossenheider R. P. And Burt W., 1976. Mammals Peterson Field Guides, 3th. ed., Houghton Mifflin Co.
- Guzmán, U., Arias, S. y Dávila, P. 2007. Catálogo de autoridades taxonómicas de las cactáceas (Cactaceae: Magnoliopsida) de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Base de datos SNIB-CONABIO, proyectos Q045 y AS021. México.
- Hall E. R., 1981. The Mammals of North America, Library of Congress Cataloging in Publication Data, John Wiley & Sons. Inc.
- Howell S.N. and Webb, 1995. Mexico and Northern Central America, A Guide to the Birds, 1st. Pub, Oxford University Press.
- <http://conabioweb.conabio.gob.mx/metacarto/metadatos.pl>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Valle_de_Tacupeto
- <http://geopubs.wr.usgs.gov/open-file/of02-97/of02-97.pdf>
- <http://geopubs.wr.usgs.gov/open-file/of02-97/of02-97.pdf>
- <http://usuario.cicese.mx/~emellink/an-re-mp.html>. liga 2009 a Anfibios y reptiles del noroeste de México
- http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/introd_J084.html (especies nativas valiosas para la reforestación).
- http://www.conabio.gob.mx/invasoras/index.php/especies_invasoras
- http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home_malezas_mexico.htm
- <http://www.humboldt.org.co/conservacion/aicas/>
- INEGI, 1982. Carta temática "Uso del Suelo y Vegetación, escala 1:250,000 H12-12 Tecoripa.
- INEGI, 1982. Carta temática "Uso del Suelo y Vegetación, escala 1:250,000 H12-12 Tecoripa.
- INEGI, 1993. Estudio Hidrológico del Estado de Sonora. Aguascalientes, 186 pp.
- INEGI, 1993. Estudio Hidrológico del Estado de Sonora. Aguascalientes, 186 pp.
- INEGI. Archivo histórico de localidades.
- INEGI. II Censo de Población y Vivienda, 2005.
- INEGI. II Censo de Población y Vivienda. 2005. México y sus municipios, 2008.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 1982a. Uso Potencial Forestal, Tijuana. Carta, escala 1:1, 000,000. Publicada por la entonces SPP, Dirección General de Geografía del Territorio Nacional.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 1982b. Uso Potencial Agrícola, Tijuana. Carta, escala 1:1, 000,000. Publicada por la entonces SPP, Dirección General de Geografía del Territorio Nacional.

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 1982c. Uso Potencial Ganadería, Tijuana. Carta, escala 1:1, 000,000. Publicada por la entonces SPP, Dirección General de Geografía del Territorio Nacional.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 1993. Estudio Hidrológico del Estado de Sonora. 185 pp
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1993. Estudio Hidrológico del estado de Sonora. 185 pp.
- International Commission on Stratigraphy (ISC), 2005. International Stratigraphic Chart.
- International Commission on Stratigraphy (ISC), 2005. International Stratigraphic Chart.
- Jenkins, D.M., 1994. Geological Report on La Viruela Project, Sonora State, Mexico. Reporte para: San Fernando Mining Company LTD, Vancouver, Canadá, 36 pp.
- Jenkins, D.M., 1994. Geological Report on La Viruela Project, Sonora State, Mexico. Reporte para: San Fernando Mining Company LTD, Vancouver, Canadá, 36 pp.
- Kappes, Cassiday & Associates, 2009, La India project, report of metallurgical testwork, October 2009, KCA Project Code: 285 C/7900, private report prepared by Kappes Cassiday and Associates for Grayd Resources, 194p., October 2009.
- Kappes, Cassiday & Associates, 2011. La India Project Preliminary Phase Two Investigations: Leach Pad, Preliminary Water Balance, Cyanide Consumption and Reclamation and Closure of the Process Facility. 28 June 2011
- Kappes, Cassiday & Associates, 2011. La India Project Preliminary Phase Two Investigations: Leach Pad, Preliminary Water Balance, Cyanide Consumption and Reclamation and Closure of the Process Facility. 28 June 2011
- Kappes, Cassiday & Associates, 2011. MEMO. La India Project Phase 1 January 2011 7950 Security Circle Reno, Nevada 89506 Telephone: (775) 972-7575 FAX: (775) 972-4567. 18 January 2011
- Kappes, Cassiday & Associates, 2011. MEMO. La India Project Phase 1 January 2011 7950 Security Circle Reno, Nevada 89506 Telephone: (775) 972-7575 FAX: (775) 972-4567. 18 January 2011
- Lebgue, T. y A. Valerio. 1991. Gramíneas de Chihuahua. Manual de identificación. UACH. Colección de textos universitarios. ISBN 968-6331-05-0.
- Lemos Espinal, J. A., 2006. Anfibios y reptiles del este/noreste del estado de Sonora. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. BE002. México D. F.
- López-Estudillo, R. y A. Hinojosa García. 1988. Catálogo de Plantas Medicinales Sonorenses. Universidad de Sonora. México. 129 pp.
- Lowe, C.H. and D. Frost, 1992. A Checklist of the Herpetofauna of Sonora, México including Sonoran Islands in the Gulf of California, University of Arizona.
- Martínez M. 1987. Catálogo de Nombres Vulgares y Científicos de Plantas mexicanas, Ed. Fondo de Cultura Económica, México, 1247 pp.

- Martínez M., M.R. Fernández, J., 1983. Jerarquización de las acciones de conservación de suelos a partir de cuencas hidrológicas. Chapingo, México.
- Mittermeier, R.A.m C.G. Mittermeier & P. Robles Gil, 1997. Megadiversidad, los países biológicamente más ricos del mundo. CEMEX. México, 501 pp.
- Müller-Dumbois & Ellenberg, 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology, John Wiley and Sons, Nueva York, USA.
- National Geographic, 1987. Field Guide to the birds of North América, Washington.
- Páez Beltrán, Cruz Enrique, 2008. Espectrometría de reflectancia (SWIR) aplicada para mapeo de alteración en la zona de Viruela-La Cruz, Proyecto La India. Distrito minero Mulatos, Sahuaripa, Sonora, México. UNISO, tesis de licenciatura, 96 pp.
- Páez Beltrán, Cruz Enrique, 2008. Espectrometría de reflectancia (SWIR) aplicada para mapeo de alteración en la zona de Viruela-La Cruz, Proyecto La India. Distrito minero Mulatos, Sahuaripa, Sonora, México. UNISO, tesis de licenciatura, 96 pp.
- Pettersson, R. T. E. L. Chalif, 1989. Aves de México, Guía de Campo de Identificación de todas las especies encontradas en México, Guatemala, Belice y el Salvador, Ed. Diana, México, 473 pp.
- Plan Municipal de Desarrollo, 2009-2012. H. Ayuntamiento de Sahuaripa.
- Ramamoorthy R. 1993. Biological Diversity of Mexico, Origins and distribution, Oxford University Press, New York, 812 pp.
- Ramírez-Pulido, J., y Castro-Campillo, A., (1990). "Regiones y Provincias Mastogeográficas". Extraído de Regionalización Mastofaunística, IV.8.8. Atlas Nacional de México. Vol. III. Escala 1:4000000. Instituto de Geografía, UNAM., México.
- Ramos, B., Panagopoulos, T., 2006. Aesthetic and Visual Impact Assessment of a Quarry Expansion. 2006 IASME/WSEAS Int. Conf. on Energy, Environment, Ecosystems & Sustainable Development, Proceedings, Grecia, 11-13 julio del 2006, p. 378-381.
- Resource Geosciences de Mexico SA de CV, 2010. Preliminary Economic Assessment (PEA), La India Gold Project, Municipio of Sahuaripa, Sonora, Mexico. Prepared for Grayd Resource Corporation by Matthew D. Gray, Ph.D., C.P.G. #10688 Resource Geosciences de Mexico SA de CV and Gary H. Giroux, P. Eng., Giroux Consultants Ltd., James H Gray, P. Eng., Moose Mountain Technical Services, Mark E. Smith, P.E., RRD International Corp, 6 December 2010
- Rodríguez, P., Soberón J. & Arita. T. 2003. El componente beta de la diversidad de mamíferos de México. Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie). No, 089, Instituto de Ecología A.C. pp. 241-259.
- Russell S. and Monson, 1998. The Birds of Sonora, 1st. Ed., The University of Arizona Press.
- Rzedowski, J. (1994). "Vegetación Potencial". IV.8.2. Atlas Nacional de México. Vol II. Escala 1:4000000. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Rzedowski, J. 1966. Diversidad y Orígenes de la Flora Fanerogámica. Acta Botánica Mexicana. 14:3-12.

- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa, México, D.F.
- Rzedowski, J. 1981. Vegetación de México. Editorial Limusa. México, D.F. 432.pp.
- Rzedowski, J. y Reyna-Trujillo, T (1990), “Divisiones florísticas” en Tópicos fitogeográficos (provincias, matorral xerófilo y cactáceas. IV.8.3. Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1:8000000. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Rzedowsky, J, 2006. Vegetación de México. 1ª. Edición digital. CONABIO, México. 504 pp.
- SAGARPA y COTECOCA, 2002. Diagnóstico de los agostaderos del Estado de Sonora.
- SAGARPA, SAHGARPA, CIAD, 2005. Programa Estatal Concurrente para el Desarrollo Rural Sustentable para el Municipio de Sahuaripa, Sonora.
- SAGARPA, SAHGARPA, CIAD, 2005. Programa Estatal Concurrente para el Desarrollo Rural Sustentable para el Municipio de Arivechi, Sonora.
- SAGARPA, SAHGARPA, CIAD, 2006-2009. Programa Estatal Concurrente para el Desarrollo Rural Sustentable para el Municipio de Sahuaripa, Sonora.
- Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves CIPAMEX – Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO, 1999. “Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves”. Escala 1:250000. México. Financiado por CONABIO–FMCN–CCA.
- Secretaría de Economía del Estado de Sonora, 2005. Panorama Económico Básico del municipio de Sahuaripa.
- Secretaría de Economía del Estado de Sonora, 2005. Panorama Económico Básico del municipio de Arivechi.
- Secretaría de Gobernación, 2005. Enciclopedia de los Municipios de México. <http://www.e-local.gob.mx>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 2002. Degradación del suelo causada por el hombre, escala 1:1, 200,000, Mapa Sonora. SEMARNAT, Colegio de Posgraduados. Inventario Nacional de Suelos.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 2009. UMAS con tasa de aprovechamiento autorizada ciclo 2009-2010, Dirección General de Vida Silvestre, México.
- Servicio Geológico Mexicano (SEGEM), 2002. Carta Geológico-Minera Tecoripa H12-12, Sonora y Chihuahua. Esc. 1:250,000.
- Servicio Geológico Mexicano (SEGEM), 2002. Carta Geológico-Minera Tecoripa H12-12, Sonora y Chihuahua. Esc. 1:250,000.
- Sonoran Resource S.A. de C.V. 2011. Revisión del dimensionamiento de obras mineras, diagramas de flujo de proceso y balance de agua de Ampliación minera La India
- Soto Esperanza Margarita, Chiappy Jhones Carlos, Gama Lily y Giddings Lorrain. (1998- 1999). “Antropización del noroeste del país”. Instituto de Ecología A.C. México. Extraído del proyecto K032: Preparación del mapa de antropización del noroeste del país. El proyecto fue financiado por la Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO).

- SRK Consulting (Canada) Inc, 2011. MEMO La India Crushing Circuit Simulations. September 14, 2011. Project #: 1CG019.001
- SRK Consulting (Canada) Inc, 2011. MEMO La India Blast Fragmentation Distributions. September 6, 2011. Project #: 1CG019.001
- SRK Consulting (Canada) Inc, 2011. MEMO Preliminary Waste Pile Stability Analysis – DRAFT. Julio 14, 2011. Project #: 1CG019.001
- SRK Consulting (Canada) Inc, 2011. MEMO. New ABA data plus Mineralogy and MWMP sample selections. February 2, 2011. Project #1CG019.000
- SRK, 2011. Characterization of Metal Leaching and Acid Rock Drainage Potential at the La India Deposit, Sonora, Mexico DRAFT. SRK Consulting (Canada) Inc. 1CG019.000 October 2011
- Stebbins R. C., 1985, Western Reptiles and Amphibians, Peterson Field Guides Series, Houghton Mifflin Co.
- Stewart, J.H., Poole, F.G., 2002. Inventory of Neoproterozoic and Paleozoic strata in Sonora, Mexico. U.S. Geological Survey, Open-File Report 02-97, 43 pp.
- Stewart, J.H., Poole, F.G., 2002. Inventory of Neoproterozoic and Paleozoic strata in Sonora, Mexico. U.S. Geological Survey, Open-File Report 02-97, 43 pp.
- Taylor, E. H. 1938. Notes on the herpetological fauna of the Mexican state of Sonora. Univ. Kansas Sci. Bull., vol. 24, pp. 475-503, pl. 43.
- Tomé Rodríguez, A., 2009. Línea Base de Paisaje y Estética Proyecto Depósito de Cenizas Las Trancas. https://www.e-seia.cl/archivos/377_Anexo_D.pdf
- Valencia Avalos, S. y G. Flores Franco, 2006. Catálogo de autoridad taxonómica del género Quercus, Fagaceae en México. Universidad Nacional Autónoma de México. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. CS008 México D. F.
- Vascular Plant Families and Genera 1992. Copyright Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew (<http://www.kew.org/>)
- Vazquez-Yanes C., A.I. Batis Muñoz, M.I. Alcocer silva, M. Gual Díaz y C. Sánchez Dirzo. 1999. Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico del proyecto J084. CONABIO-Instituto de Ecología, UNAM.
- Vibrans, H. 2007. Elaboración de 500 fichas informativas de especies de malezas para una flora interactiva en internet con énfasis en especies exóticas. Colegio de postgraduados. Fondo sectorial SEMARNAT-CONACYT. Proyecto 2004. C0
- Watanabe T.A. H. 2002. Proyecto P075 , "Escalas y la diversidad de mamíferos de México" y CONABIO (sobreposición con información cartográfica, nombre comunes y liga con la Guía de identificación para las aves y mamíferos silvestres de mayor comercio en México protegidos por la CITES), Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ecología, Departamento de Ecología Aplicada, Laboratorio de ecología de mamíferos, en convenio con la CONABIO.
- Whitaker, J.O. 1980. The Audubon Society Field Guide to North American Mammals, 742 pp.