



MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



2020

AÑO DE
LEONA VICARIO
BENEFICENTIA MADRE DE LA PATRIA

- 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) .
- III. Partes o secciones clasificadas: La parte de 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. 6) Fotografía. 7) Inversión requerida; los cuales se encuentran en el capítulo I y II de la MIA. Consta de 10 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:



SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES
DELEGACIÓN FEDERAL EN
EL ESTADO DE SONORA

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 0134/2020/SIPOT, en la sesión celebrada el 22 de octubre del 2020.

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.



**MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD PARTICULAR**

Ampliación 2 de Mina Las Chispas



**De la empresa
COMPAÑÍA MINERA LA LLAMARADA, S.A. de C.V.**



**PRESENTADO A CONSIDERACION DE LA
SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
DELEGACION, SONORA (SEMARNAT)**

Arizpe, Sonora

Octubre de 2019

CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	1
I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO:	1
I.1.1. <i>Nombre del proyecto</i>	1
I.1.2. <i>Ubicación del proyecto</i>	1
I.1.3. <i>Tiempo de vida útil del proyecto</i>	2
I.1.4. <i>Presentación de la documentación legal</i>	3
I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE.....	3
I.2.1. <i>Nombre o razón social</i>	3
I.2.2. <i>Registro Federal de Contribuyentes del promovente</i>	3
I.2.3. <i>Nombre y cargo del representante legal</i>	3
I.2.4. <i>Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones</i> : 3	
I.3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	3
I.3.1. <i>Nombre o razón social</i>	3
I.3.2. <i>Registro Federal de Contribuyentes o CURP</i>	4
I.3.3. <i>Nombre del responsable técnico del estudio</i>	4
I.3.4. <i>Dirección del responsable técnico del estudio</i>	4
I.2.5 <i>Nombre del responsable técnico del estudio</i>	4

RELACION DE ANEXOS

ANEXO 1. INFORMACION LEGAL DE LA EMPRESA

- ACTA CONSTITUTIVA DE LA EMPRESA PROMOVENTE
- REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE
- PODER DE REPRESENTACION LEGAL DEL PROMOVENTE
- IDENTIFICACION DEL REPRESENTANTE LEGAL

ANEXO 2. ORIGEN LEGAL DEL TERRENO

ANEXO 3. PLANO A DETALLE DE UBICACION DE OBRAS

ANEXO 4. VALORACION DE MATRIZ 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. Datos generales del proyecto:

La elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental se apoya en las Guías para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular para proyectos que requieran Cambio de Uso de Suelo y la guía sector minera, las cuales han sido diseñadas y publicadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Para la continuidad de la actividad de Mina Las Chispas, se requiere la Ampliación 2 en obras, actividades y superficie, encaminada a la eficientización de la actual mina, basado en la ingeniería de detalle, que determinó las directrices de operación eficiente para la persistencia de la mina en sitio.

Para ello, se contempla la ocupación de envolvente de obras y servicios de salvaguarda minero hasta llegar a las 1,414.7219 ha para la ocupación de obras de complemento a Mina Las Chispas, estando actualmente en ocupación operativa 181.7341 ha. Es decir, se trata de un polígono envolvente para obras y servicios mineros por 1,232.9878 adicionales para las áreas de servicio apropiadas para la operación segura del proyecto que se incorpora a Las Chispas en apego a lo descrito en el Capítulo II de este documento.

I.1.1. Nombre del proyecto

Ampliación 2 de Mina Las Chispas

I.1.2. Ubicación del proyecto

El proyecto se ubica en la región noroeste del país, en el Municipio de Arizpe en el Estado de Sonora. El Proyecto se localiza a un costado de la carretera Estatal Hermosillo-Cananea, a la altura del km 83 cerca de la población de Sinoquipe. La zona de proyecto se encuentra en la Región Hidrológica No. 9, Sonora Sur, en la cuenca denominada Río Sonora 1. Posteriormente, a su margen derecha, se recorren 10+092 km atravesando un tramo del Río Sonora hasta llegar al proyecto objeto del presente estudio de acuerdo a la figura I.1 de este documento.

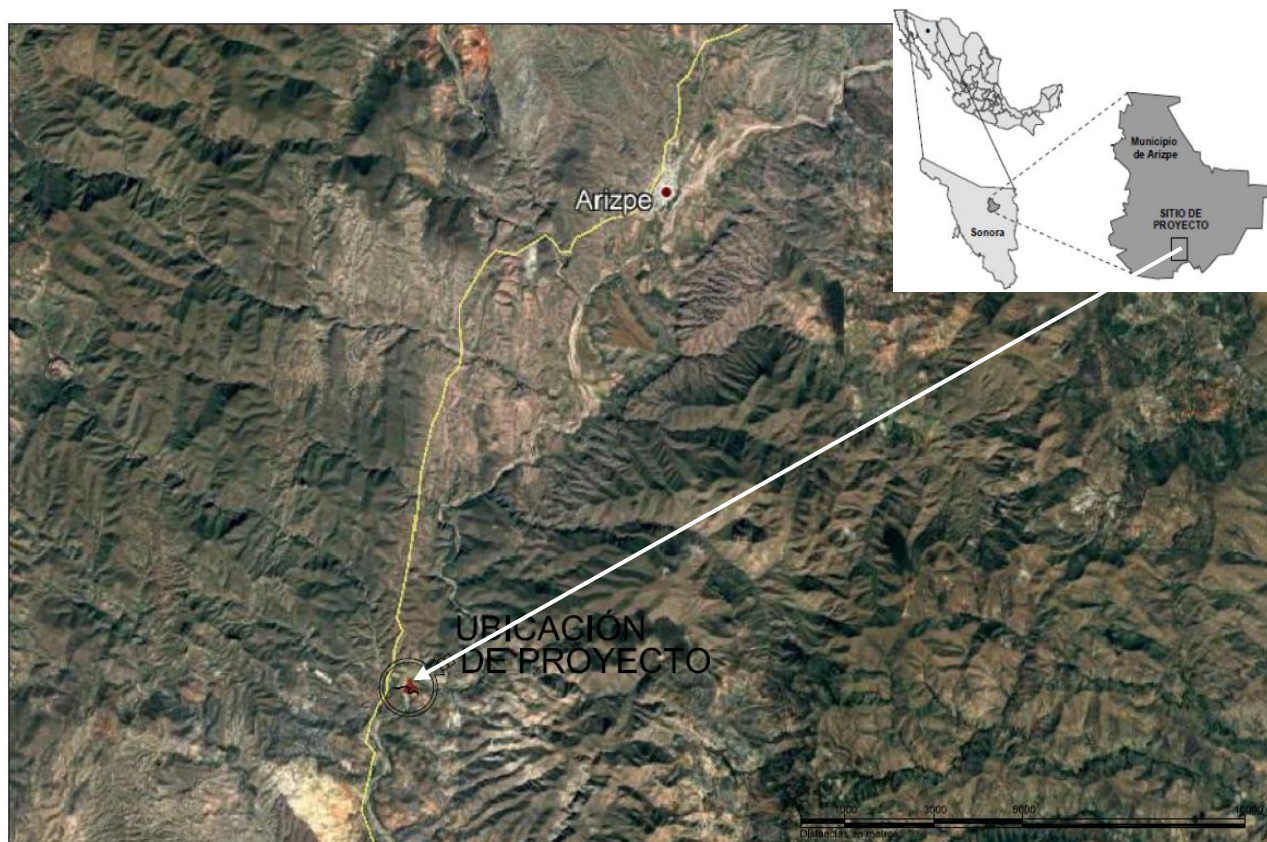


Figura I.1. Macrolocalización del proyecto.

Estudios técnicos a detalle soportan y justifican la Ampliación 2 de Mina Las Chispas, así como el tipo de proceso, de menor afectación al entorno y segura para el tránsito requerido. Cabe mencionar que en la zona donde se pretende desarrollar el proyecto NO se encuentra dentro de áreas naturales protegidas decretadas de ninguna jurisdicción, no presenta problemas de riesgo hidrogeológicos registrados, ni incendios forestales.

I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto

La vida útil de este proyecto es de 25 años en total. La etapa de planeación e ingeniería del proyecto, así como los estudios de base, fueron realizados en 12 meses. Una vez resuelto el proyecto, la construcción durará 60 meses (5 años), para dar paso a la operación y mantenimiento del proyecto. Si la vida útil de la mina se extiende de acuerdo a los resultados de exploraciones y evaluaciones posteriores de la zona, el tiempo de vida del presente proyecto será extendido, previa solicitud a la Autoridad.

I.1.4. Presentación de la documentación legal

Se presenta la relación de anexos de soporte al documento, En particular el **ANEXO 2** se presenta los contratos de ocupación por arrendamiento, así como la propiedad privada del promovente donde se encuentra el proyecto.

I.2. Datos generales del promovente

I.2.1. Nombre o razón social

INFORMACION RESERVADA (Ver **ANEXO 1-A**)

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente

INFORMACION RESERVADA (Ver **ANEXO 1-B**)

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal

INFORMACION RESERVADA

Se anexa copia certificada del poder de representación legal (Ver **ANEXO 1-C**)

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

INFORMACION RESERVADA

I.3. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

I.3.1. Nombre o razón social

INFORMACION RESERVADA.

La elaboración del presente documento fue sustentado por la información proporcionada por la Promovente INFORMACION RESERVADA acerca del proceso, de las necesidades de materiales, obras y suministros y estudios previos de soporte.

Cabe destacar que una vez concluida la ingeniería a detalle del proyecto, los balances de masa, energía, insumos y datos del proveedor de los equipos, serán suministrados dentro del reporte de la Licencia Ambiental Unica del proyecto, una vez en operación.

I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes o CURP

INFORMACION RESERVADA

I.3.3. Nombre del responsable técnico del estudio

INFORMACION RESERVADA.

I.3.4. Dirección del responsable técnico del estudio

INFORMACION RESERVADA

I.2.5 Nombre del responsable técnico del estudio

INFORMACION RESERVADA

CONTENIDO

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	1
II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	1
II.1.1 <i>Naturaleza del proyecto</i>	1
II.1.2 <i>Selección del Sitio</i>	6
a) Criterios considerados en la selección del sitio.	6
b) Métodos utilizados en la etapa de exploración.	10
c) Sitios alternativos.....	10
II.1.3 <i>Ubicación física del proyecto y planos de localización</i>	10
II.1.4 <i>Inversión requerida</i>	18
II.1.5 <i>Dimensiones del proyecto</i>	19
II.1.6 <i>Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias</i>	24
II.1.7 <i>Urbanización del área y descripción de servicios requeridos</i>	29
II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO	30
II.2.1 <i>Programa General de Trabajo</i>	30
II.2.2 <i>Preparación del sitio</i>	32
a) Delimitación del área sujeta a CUSTF.....	33
b) Ejecución del programa de Rescate y reubicación de fauna silvestre.	35
c) Ejecución del programa de Rescate y reubicación de flora.	38
d) Desmonte y despalme del terreno.....	38
e) Ejecución del programa de conservación de suelos.	40
II.2.3 <i>Etapas de Construcción</i>	41
II.2.4 <i>Construcción de obras asociadas o provisionales</i>	42
II.2.5 <i>Etapas de operación y mantenimiento</i>	43
II.2.6 <i>Etapas de abandono de sitio (post-operación)</i>	45
II.2.7 <i>Utilización de sustancias químicas, combustibles y explosivos</i>	46
II.2.8 <i>Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera</i>	47
Tepetate.....	47
Basura y residuos no-toxicos	48
Residuos Peligrosos	48
Agua residual	51
Emisiones a la atmósfera	51
II.2.9 <i>Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos</i>	52
II.2.10 <i>Otras fuentes de daños</i>	53

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del proyecto

II.1.1 Naturaleza del proyecto

Mina Las Chispas, se localiza en el Municipio de Arizpe Sonora, en las localidades que cubren la zona de El Babicanora, Cuesta Blanca y Ejido Bamori siendo un desarrollo prometedor que se encuentra en su etapa operativa como unidad minera mediante la exploración y extracción de un yacimiento de oro y plata de mina subterránea, con varias autorizaciones previas en materia ambiental que suman una superficie total de 181.7341 ha, de acuerdo a los siguientes permisos:

Tabla II.1. Autorizaciones previas de mina Las Chispas

Estudio	Oficio Resolutivo	Descripción	Vigencia	Vencimiento	Superficie (ha)
Manifestación de impacto Ambiental Modalidad Particular, Mina Las Chispas	DS-SG-UGA-IA-0669-16	Exploración y extracción de minerales hasta 100 ton (sin proceso en sitio) en una envolvente de 35.16 ha con el uso de una superficie de 3.16 ha en cuatro polígonos	10 años	19/09/2026	3.16
Manifestación de impacto Ambiental Modalidad Particular Ampliación de camino y vado de acceso a Mina Las Chispas	DS-SG-UGA-IA-0268-19	Proyecto asociado la ampliación del actual camino de acceso y la construcción de un vado en el cruce de un tramo del Río Sonora, ubicado casi al inicio de la trayectoria (km 0+230), a la altura del km 83, con una ocupación de 14.26 ha.	14 años	11/06/2033	14.26
Manifestación de impacto Ambiental Modalidad Particular, de Ampliación de Mina Las Chispas	DS-SG-UGA-IA-0341-19	Ampliación de Mina Las Chispas en 1) superficie de 96.6565 ha adicionales de terreno mediante la ocupación de tres polígonos, 2) la incorporación de procesos y servicios que eficienten la actividad en sitio y 3) Areas de servicio y apoyo.	14 años	16/07/2033	96.6565
1er. Aviso de Modificación de obras autorizadas en impacto ambiental del Resolutivo DS-SG-UGA-IA-0669-16.	DS-SG-UGA-IA-020-18	Adición de 16 polígonos de ocupación que no requieren desmonte, que suman 19.918 ha	10 años	19/09/2026	19.918

2do. Aviso de Modificación de obras autorizadas en impacto ambiental del Resolutivo DS-SG-UGA-IA-0669-16.	DS-SG-UGA-IA-0839-18	Se integró la rampa de 10x10m de concreto y refuerzos, así como el uso y almacenamiento de polvorines en 2 espacios de 3x3 m cada uno.	10 años	19/09/2026	0.0118
3er. Aviso de Modificación de obras autorizadas en impacto ambiental del Resolutivo DS-SG-UGA-IA-0669-16.	DS-SG-UGA-053/2019	Se agregan 7 polígonos adicionales que no requieren desmonte, incluida la ampliación de área de almacenamiento de núcleos.	10 años	19/09/2026	0.2884
4to. Aviso de Modificación de obras autorizadas en impacto ambiental del Resolutivo DS-SG-UGA-IA-0669-16.	DS-SG-UGA-052/2019	Construcción de un área de ocupación para RAMPA con barandal de seguridad, parqueo seguro y área de maniobras en una superficie total de 2.9844 ha	10 años	19/09/2026	2.9844
Exploración minera directa Las Chispas	DS-SG-UGA-IA-0205-16	Exploración para 200 barrenos de 10x12 m cada uno (2.4 ha de ocupación) en una envolvente de 1,125 ha.	12 meses	07/04/2017	2.4
Exploración minera directa Las Chispas Segunda etapa	DS-SG-UGA-IA-0243-17	Exploración para 271 barrenos de 10x12 m cada uno (3.252 ha de ocupación) dentro de la misma envolvente de la primera etapa equivalente a 1,125 ha.	36 meses	28/03/2020	3.252
Exploración minera directa Babicanora - Granaditas	DS-SG-UGA-IA-0848-17	Exploración para 3 barrenos de 10x12 m cada uno, así como 3.25 km de caminos (1.661 ha de ocupación) en una envolvente de 378.71 ha.	36 meses	07/12/2020	1.661
Exploración minera directa Las Chispas Tercera etapa	DS-SG-UGA-IA-0381-18	Exploración para 87 barrenos de 10x12 m cada uno, así como 17.323 km de caminos (9.705 ha de ocupación) en una envolvente de 770.03 ha.	36 meses	26/06/2021	9.705
Exploración minera directa Las Chispas Cuarta etapa	DS-SG-UGA-IA-0754-18	Exploración para 100 barrenos de 10x12 m cada uno, así como 17.089 km de caminos (9.745 ha de ocupación) en una envolvente de 1,414.22 ha.	36 meses	14/11/2021	9.745
Exploración minera directa Las Chispas Quinta etapa	DS-SG-UGA-IA-0344/19	Exploración para 965 barrenos (=11.58 ha); así como la apertura de 12,224.42 m de tramos de caminos de acceso que suman 6.1122 ha, para en total, dar la ocupación de 17.692 ha en una envolvente de 1,414.22 ha.	60 meses	16/07/2024	17.692

Superficie total (ha) 181.7341

Con dichas autorizaciones, las actividades se plantean mediante la explotación subterránea de un yacimiento de oro y plata y el beneficio por el circuito de lixiviación contracorriente (CCD), la precipitación con zinc, flotación para la recuperación de los valores, la adición de un horno secador retorta adicional al horno secador convencional dentro del proceso Merrill-Crowe y futura disposición de pasta de jales en terrenos donde predomina la vegetación de matorral subtropical (MST), con distintos grados de perturbación por actividades antecedentes de la misma minería, asentamientos humanos y la ganadería. Actualmente la zona del proyecto se clasifica como terrenos de agostadero. Derivado de estas operaciones se estima anualmente un procesamiento promedio de 1'000,000 toneladas de mineral para un total de 10 millones de toneladas durante la vida de la mina, y lo cual generará aproximadamente 3 millones de toneladas de material estéril.

Sin embargo, para la continuidad de la actividad minera, se requiere la Ampliación 2 de Mina Las Chispas en obras, actividades y superficie, encaminada a la eficientización de la actual mina Las chispas, basado en la ingeniería de detalle, que determinó las directrices de operación eficiente para la persistencia de la mina en sitio. Para ello, se contempla la ocupación de envolvente de obras y servicios de salvaguarda minero hasta llegar a las 1,414.7219 ha para la ocupación de obras de complemento a Mina Las Chispas, estando actualmente en ocupación operativa 181.7341 ha. Es decir, se trata de un polígono envolvente para obras y servicios mineros por 1,232.9878 adicionales para las áreas de servicio apropiadas para la operación segura del proyecto que se incorpora a Las Chispas. Esta superficie envolvente estará destinada al resto de las áreas de servicio y apoyo como caminos internos, sistemas de monitoreo ambiental y áreas envolventes de salvaguarda a la operación.

Hasta el momento, se tiene autorizado el uso y destino de 181.7341 ha de ocupación (Ver Tabla II.1.) y se ha asignado el uso el uso para corto plazo de 30.8308 ha) de ocupación inmediata (Ver tabla II.2.), sin embargo existen otras áreas de servicio de apoyo minero, así como áreas de salvaguarda y envolvente de obras, que se encuentran en definición de ocupación, debido a que las fases de exploración aún no terminan en sitio para ocupar las 1,202.157 restantes de la máxima ocupación de 1,414.7219 ha de acuerdo a la siguiente tabla. Una vez que sea identificado el uso específico del resto del terreno que componen la presente solicitud, se dará notificará mediante el Aviso de Modificación de Obras con el detalle de las mismas y cumpliendo con todos los requisitos y trámites que se deriven de la misma.

Mina Las Chispas se ubica en el municipio de Arizpe, en la localidad rural de Babicanora, en un sistema ambiental delimitado en 123.62 km², dentro de 3 propiedades a favor del promovente. Las principales obras e instalaciones existentes de este desarrollo minero son obras y servicios de apoyo al actual minado subterráneo (portal, rampa, exploración concurrente), áreas para tepetate, dos depósitos para jales, trituración, proceso y áreas de servicios como almacén, talleres, oficinas-comedores, caminos internos a rehabilitarse, pozos de monitoreo, así como servicios diversos de apoyo a las operaciones y en la medición de controles ambientales.

La vida útil de este proyecto es de 25 años en total. La etapa de planeación e ingeniería del proyecto, así como los estudios de base, fueron realizados en 12 meses. Una vez resuelto el proyecto, la construcción durará 60 meses (5 años), para dar paso a la operación y mantenimiento del proyecto. Si la vida útil de la mina se extiende de acuerdo a los resultados de exploraciones y evaluaciones posteriores de la zona, el tiempo de vida del presente proyecto será extendido, previa solicitud a la Autoridad. Al término de las actividades mineras la mayor parte de las obras serán restauradas, desarrollando condiciones adecuadas para el re-establecimiento de la vida silvestre y el potencial desarrollo de actividades productivas a menor escala, como son la cría de ganado, aprovechamientos forestales y cultivos de interés local.

Justificación y objetivos

Sonora es un estado con amplia tradición minera siendo el oro y la plata componentes importantes de dicha industria. Estos metales se encuentran presentes en Mina Las Chispas por lo que se extraerán y beneficiarán ambos metales preciosos pero el valor de la producción de oro será mucho mayor con un valor esperado en la producción que resulta viable como inversión, lo que le brinda solidez y viabilidad económica al proyecto. Para apoyar el desarrollo del proyecto mina Las Chispas, es necesario proveer de obras de infraestructura que a su vez incluya el respeto a las poblaciones locales y cuidado al medio ambiente.

Actualmente, este metal es ampliamente buscado en el mundo por sus características naturales, así como por aquellas establecidas por el hombre, que lo han llevado a ser considerado tanto como materia prima, como elemento monetario (Ruiz Caro, 2004). Esto último, en virtud de su alta liquidez y sus altos niveles de stock, lo que hace que pueda funcionar como medio de pago y como activo de reserva.

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. 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.

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 el proyecto minera se diseñan lo más compacto y cercano posible al yacimiento para disminuir distancias de acarreo y perturbar la menor superficie posible, aprovechando zonas sin cubierta vegetal, que de acuerdo a la colindancia, es de matorral subtropical. Terrenos que presentan cobertura natural son solicitados de manera paralela a través del estudio técnico justificativo en materia de cambio de uso del suelo en terrenos forestales (CUSTF). 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 y las cualidades del sitio donde se pretenden las obras mineras.

II.1.2 Selección del Sitio

La selección del sitio para las obras proyectadas obedece a los siguientes criterios:

a) Criterios considerados en la selección del sitio.

La selección del sitio depende directamente de la configuración del yacimiento minero de acuerdo a los resultados de las campañas de exploración minera realizadas en la zona y las evaluaciones correspondientes. El sitio posee una extensa historia de ocupación minera en el área. Las Chispas son identificadas como el sitio de producción histórica de plata y oro de vetas estrechas de alto grado en numerosas minas subterráneas que datan de aproximadamente 1640.

En 1640, ricas vetas de plata fueron descubiertas cerca de Arizpe por soldados al mando de Pedro de Perra. La propiedad no recibió ninguna exploración o producción notable hasta finales de 1800. Desde 1880 hasta 1930, operado por la empresa minera de oro y plata Pedrazzini varias minas en la propiedad tuvieron producción intermitente. De la información pública, aproximadamente 100 millones de onzas de plata y 200,000 onzas de oro se produjeron acumulativamente desde la propiedad. Desde 1930, ningún trabajo significativo se ha completado en la propiedad.

En 1910, la producción anual de los últimos tres años osciló entre 3,064 y 3,540 toneladas con leyes en promedio durante el período de 1.29 onzas por tonelada de oro y 173 onzas por tonelada de plata. Los grados altos en la mina son el resultado de la concentración y formación de numerosos Sulfuros y minerales antimonidos, principalmente argentita / acantita, stephanita, polibásita y pirigrtrita. Los especímenes minerales de la mina fueron donados a museos e instituciones educativas, en particular a aquellos en Exhibición en el Museo Americano de Historia Natural en la ciudad de Nueva York.

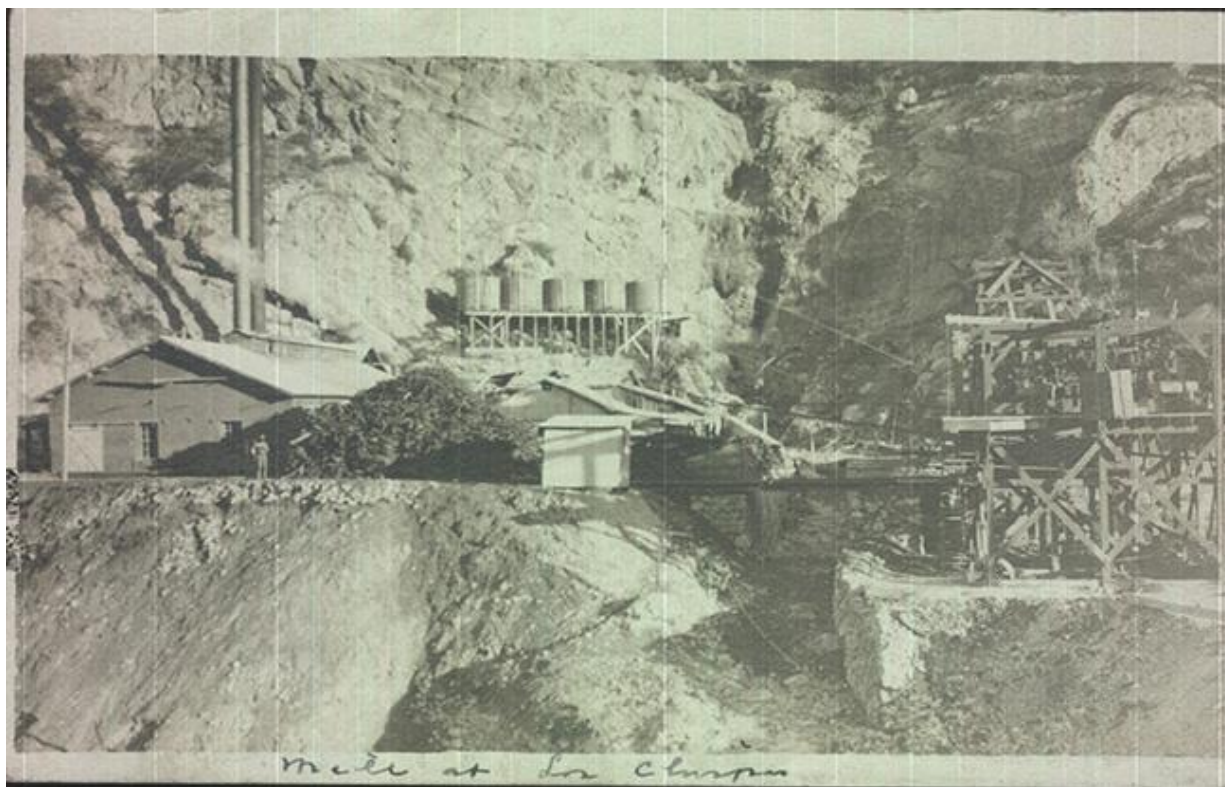


Figura II.2 Evidencia del auge minero en Las Chispas, al inicio entre 1840 y 1930

La minería histórica se realizó a lo largo de tres estructuras principales que SilverCrest está identificando como Las Chispas Vein, William Tell Vein y Babicanora Vein. Cada una de estas estructuras tiene varias extensiones de desarrollo subterráneo y muchos de los trabajos están restringidos al desarrollo a pequeña escala en uno o dos niveles de trabajo.

El trabajo de exploración anterior fue realizado por Minefinders Corporation Ltd. (Minefinders) entre 2008 y 2011. Durante este período, Minefinders realizó una exploración en la Propiedad que, sin embargo, se vio limitada por el uso de minerales. El más prospectivo de estos objetivos fue interpretado como un área entre la vena de las chispas y la vena de babicanora. Minefinders se centró en la extensión occidental más lejana de Babicanora Vein, se llama El Muerto, que es la única parte de la tendencia que fue adquirida por concesión y accesible para trabajos de exploración. Perforaron siete orificios de circulación inversa, totalizando 1,842.5 m desde la carretera hacia el oeste y De las principales tendencias mineralizadas. El programa arrojó resultados negativos y Minefinders abandonó la propiedad en 2012.

SilverCrest Mines Inc. (ahora subsidiaria de First Majestic Silver Corp.), a través de su subsidiaria Nusantara de México S.A. de C.V., ejecutó acuerdos de opciones para adquirir derechos a 17 concesiones mineras en septiembre 2015. El 1 de octubre de 2015, estas concesiones minerales se transfirieron a la filial de SilverCrest Lllamarada además de un acuerdo entre SilverCrest, SilverCrest Mines Inc. y First Majestic Silver Corp. Después de octubre de 2015, Lllamarada obtuvo los derechos de 11 concesiones minerales adicionales.

Antes de que SilverCrest adquiriera la propiedad Las Chispas en octubre de 2015, no se había completado la perforación en el Tendencia mineralizada de noroeste a sureste que contiene las áreas de Las Chispas y Babicanora. La exploración de SilverCrest comenzó a trabajar en la Propiedad en febrero de 2016 con un enfoque principal en Las Chispas, William Tell y las venas de Babicanora. Actualmente se realiza un extenso mapeo y muestreo por SilverCrest (Compañía minera La Lllamarada SA de CV) amparado en diversos permisos de exploración, donde se han identificado que muchas de las exhibiciones mineralizadas están compuestas por mineralización estrecha y de alto grado como depósitos epitermales de sulfuración de baja a intermedia alojados en Rocas volcánicas.

El desarrollo más extenso parece ser a lo largo de la vena de Las Chispas, donde por La minería de registros se ha producido en un recorrido de aproximadamente 1,250 m hasta una profundidad máxima de aproximadamente 350 m. La minería en Las Chispas se ha centrado en la mineralización de alta ley a través de una serie de paradas interconectadas.



Figura II.3. Areas de Las Chispas y El Babicanora como principales áreas de yacimiento.

La minería en pequeña escala también se llevó a cabo desde tres túneles de 30 m en el prospecto La Victoria, ubicado en el Porción suroeste de la propiedad.

SilverCrest ha obtenido acceso a muchos de los trabajos históricos a través de una extensa rehabilitación de minas en Aproximadamente 10 km de un conocido 11,5 km de desarrollo subterráneo. Se programa rehabilitación adicional.

Como consecuencia, las Chispas es un área minera prolífera que está inmersa en la región de otras minas productoras de metales preciosos como Santa Elena (de First Majestic) y Mercedes (de Premier Gold).

Las obras e instalaciones de apoyo al desarrollo minero se ubican lo mas cercano posible al yacimiento minero tomando en cuenta además los rasgos topográficos e hidrológicos del terreno.

Por otra parte, existe el respeto por los acuerdos con el centro poblado de Arizpe, asegurando el menor disturbio y molestia a la comunidad, así como en los convenios de uso del terreno superficial y anuencias existentes.

Se realizó la configuración de obras considerando la menor afectación al entorno, espacios con menor cobertura vegetal.

Así mismo, tiene alto valor, el apego a la normatividad ambiental vigente, proyectando las obras sólo en espacios que no deterioren ni limiten los flujos naturales de desarrollo físico y biológico del entorno que compone el ecosistema de la región.

b) Métodos utilizados en la etapa de exploración.

El sitio del proyecto Las Chispas es una zona mineralizada donde se han registrado explotaciones mineras históricas, desde finales del siglo XIX y hasta principios del siglo XX, principalmente minado subterráneo por parte de una compañía inglesa. Después de la segunda guerra mundial, se han dado actividades de minería a pequeña escala por parte de compañías locales. El área de Las Chispas consiste en un distrito con múltiples minas superficiales y subterráneas que reportan una producción estimada de 100 millones de onzas de plata y 200 mil onzas de oro entre 1880 y 1930. Las leyes promedio que indica la información pública rondan los 15 gramos por tonelada de oro y 1,700 gramos por tonelada de plata en anchos de 1 a 5 metros.

El programa inicial de muestreo subterráneo desde 2016 ha retornado leyes de hasta 15.1 gramos por tonelada de oro y 1,340 gramos por tonelada de plata en 1.3 metros. Existe registro que ninguna de las zonas mineralizadas del distrito, las cuales incluyen múltiples vetas epitermales, han sido perforadas hasta ahora, lo que hace atractivo al yacimiento.

c) Sitios alternativos.

No existen sitios alternativos toda vez que el área de trabajo fue delimitado por la exploración previa, donde el beneficio directo es para el desarrollo de mina Las Chispas, al considerarse un proyecto de ampliación. Así, el yacimiento a explotar está delimitado por la zona mineralizada, mientras que las obras e instalaciones para operar la unidad minera se diseñan lo mas 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.

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

El acceso principal, partiendo de la Capital del Estado, Hermosillo, es tomando la carretera federal México 14 con dirección hacia Ures, pasando Mazocahui, tomando la carretera Estatal Tramo Mazocahui-Cananea y a la altura del km 83 cercano al poblado de Sinoquipe, se encuentra el entronque del camino de acceso existente, antes de llegar al centro del municipio de Arizpe.

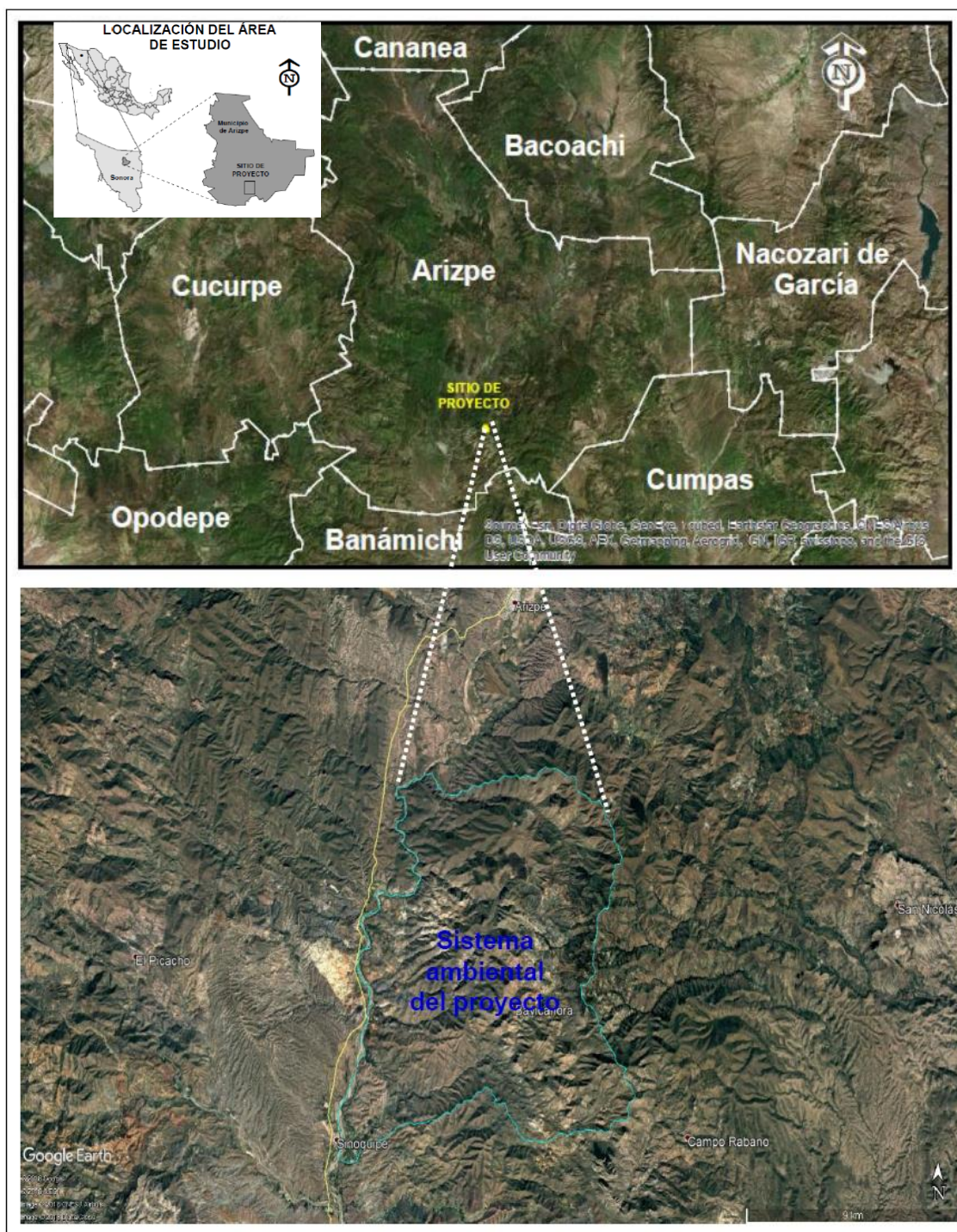


Figura II.4. Ubicación general del proyecto

Ver detalle en el ANEXO 3 de la solicitud

De allí, el acceso a la propiedad es muy bueno. Un camino de tierra de 10 km, que conecta con la Carretera 89 pavimentada, ha sido actualizado La carretera se conecta a Hermosillo, aproximadamente 220 km al suroeste, a Cananea 150 km al norte, a Tucson, Arizona, aproximadamente 350 km al noroeste.

El desglose de superficies donde se ubica la Ampliación 2 de Mina Las Chispas se presenta a continuación:

Tabla II.3. Desglose de superficies de ocupación del proyecto Ampliación 2 de Mina Las Chispas

No.	Municipio	Nombre del propietario	Superficie total de la propiedad (ha)	Polígono	Superficie (predio) en ha	Régimen de propiedad	Tipo de documento legal / ANEXO 2
Ampliación 2 de Mina Las Chispas	Arizpe	Ejido Bámorei ^{/1}	3,997.7050	1	775.4439	Ejido	Decreto de Entrega, Acta de Asamblea y Contrato de anuencia de ocupación temporal del Ejido
		Rancho Babicanora ^{/2}	2582.074	2	480.1368	Privada	Escritura de Compraventa
		Rancho Cuesta Blanca ^{/3}	708.3149	3	159.1412	Privada	Escritura de Compraventa
Superficie total de la concesión (ha) :					1414.7219		
Superficie autorizada previa (ha) <u>Tabla II.1.</u> :					181.7341		
Superficie de Ampliación 2 de Mina Las Chispas (ha) :					1232.9878		

El proyecto queda ubicado en un Sistema Ambiental (SA) delimitado ex professo la descripción del proyecto, el cual consta de una superficie total de 12,362 ha. Dentro de éste, la empresa ha firmado los acuerdos de ocupación con los representantes de la comunidad del Ejido Bámorei y es dueña de la propiedad de Rancho Babicanora. En el **ANEXO 2** se presentan copias de dichos acuerdos.

Comunidades mineras cercanas incluyen a Banámichi, localizada a 25 km al Sur de las Chispas con la mina Santa Elena, operada por First Majestic Silver Corp. También cercana se encuentra la mina Mercedes operada anteriormente por Yamana, y ahora Premier Gold Mine Limited, se encuentra a 33 km al noroeste de Las Chispas.

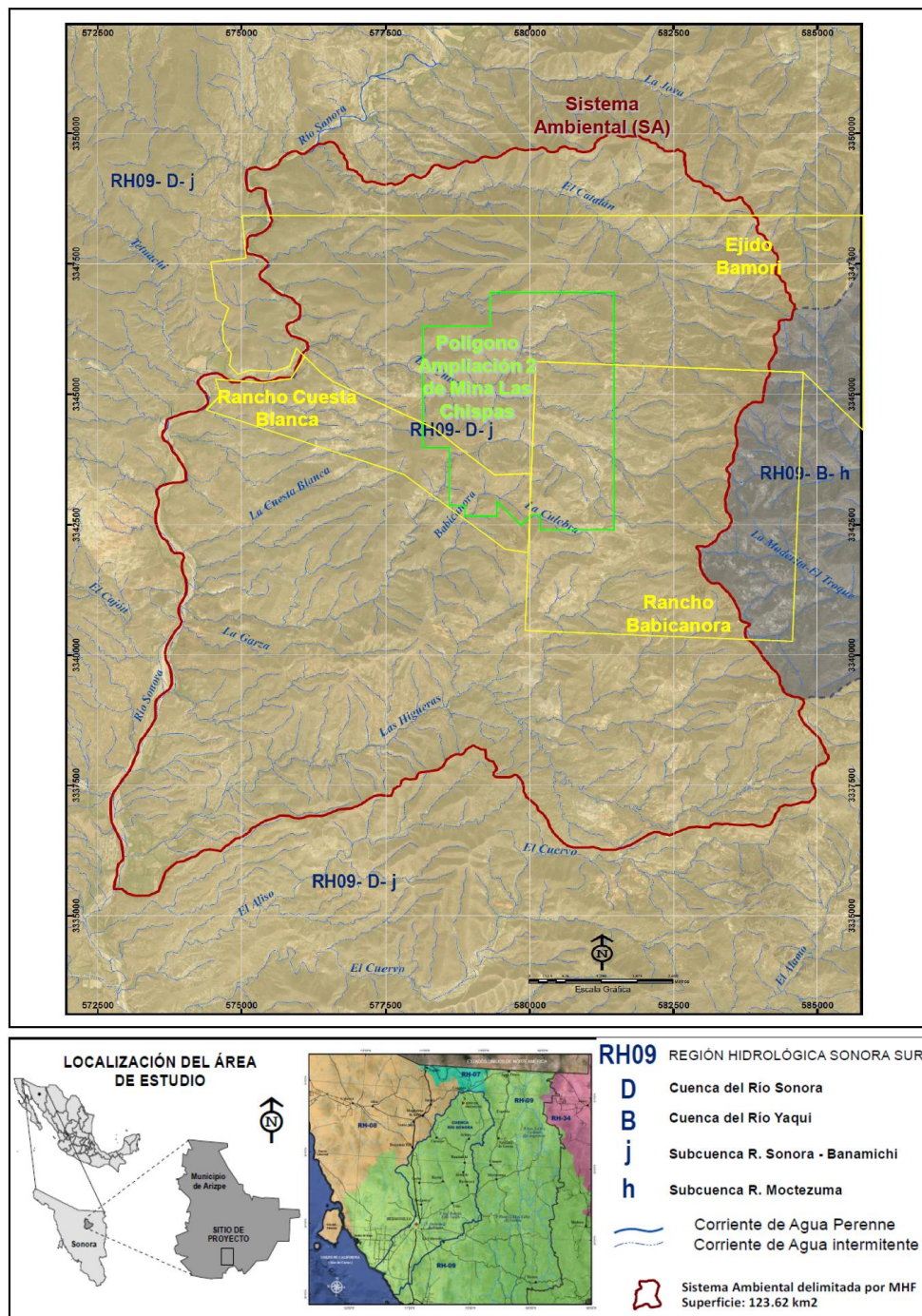


Figura II.5. Ubicación del proyecto dentro del sistema ambiental (SA) y predios de ocupación.

Ver detalle en el **ANEXO 3** de la solicitud

La propiedad está compuesta por 28 concesiones minerales que totalizan 1,414.7219 hectáreas. La Compañía Miñera La Lllamarada S.A. de C.V. que es una subsidiaria mexicana de SilverCrest, ha adquirido Título en acuerdos de opción para comprar con cinco concesionarios.

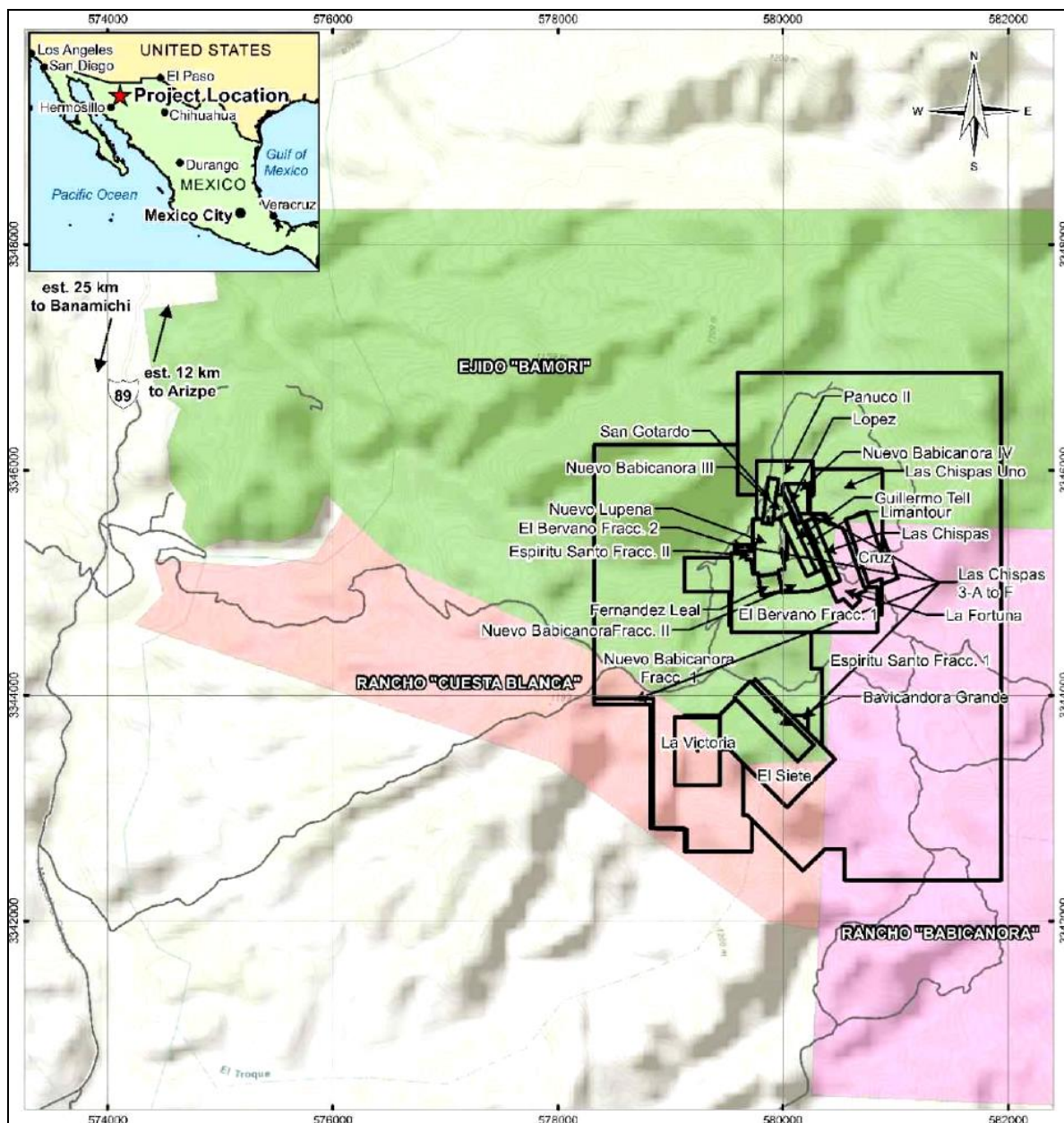


Figura II.6. Ubicación de los Títulos de Concesión minera que delimitan al proyecto.

Tabla II.4. Las Concesiones mineras a favor del proyecto.

Concession Name	Title Number	Registration Date	End Date	Surface Area (ha)	Concession Holder
El Bervano Fraccion 1	212027	8/25/2000	8/24/2050	53.4183	(3) LLA
El Bervano Fraccion 2	212028	8/25/2000	8/24/2050	0.9966	(3) LLA
Las Chispas Uno	188661	11/29/1990	11/28/2040	33.7110	(3) LLA
El Siete	184913	12/6/1989	12/5/2039	43.2390	(3) LLA
Babicanora Grande	159377	10/29/1973	10/28/2023	16.0000	(3) LLA
Fernandez Leal	190472	4/29/1991	4/28/2041	3.1292	(3) LLA
Guillermo Tell	191051	4/29/1991	4/28/2041	5.6521	(3) LLA
Limantour	191060	4/29/1991	4/28/2041	4.5537	(3) LLA
San Gotardo	210776	11/26/1999	11/25/2049	3.6171	(3) LLA
Las Chispas	156924	5/12/1972	5/11/2022	4.4700	(3) LLA
La Fortuna	(1)	Pending	Pending	15.2800	(6) Pending
Espiritu Santo Fracc. I	217589	8/6/2002	8/5/2052	733.3232	(3) LLA
Espiritu Santo Fracc. II	217590	8/6/2002	8/5/2052	0.8770	(3) LLA
La Cruz	223784	2/15/2005	2/14/2055	14.4360	(3) LLA
Lopez	190855	4/29/1991	4/28/2041	1.7173	(4) Lopez Mejia – Espina- Cruz
Nuevo Babicanora Fracc. I	235366	11/18/2009	11/17/2059	392.5760	(2) Cirett-LLA
Nuevo Babicanora Fracc. II	235367	11/18/2009	11/17/2059	9.8115	(2) Cirett-LLA
Nuevo Babicanora Fracc. III	235368	11/18/2009	11/17/2059	2.2777	(2) Cirett-LLA
Nuevo Babicanora Fracc. IV	235369	11/18/2009	11/17/2059	3.6764	(2) Cirett-LLA
Nuevo Lupena	212971	2/20/2001	2/19/2051	13.0830	(1) LLA
Panuco II	193297	Cancelled (legal recourse pending)	Cancelled (legal recourse pending)	12.9300	(1) Pending
La Victoria	216994	6/5/2002	6/4/2052	24.0000	(5) Morales-Fregoso
Las Chispas 3-A	245423	01/24/2017	01/23/2067	1.0809	LLA
Las Chispas 3-B	245424	01/24/2017	01/23/2067	0.3879	LLA
Las Chispas 3-C	245425	01/24/2017	01/23/2067	0.3413	LLA
Las Chispas 3-D	245426	01/24/2017	01/23/2067	0.3359	LLA
Las Chispas 3-E	245427	01/24/2017	01/23/2067	0.4241	LLA
Las Chispas 3-F	245428	01/24/2017	01/23/2067	5.6112	LLA
Total (28)	-	-	-	1,400.9600	-

Adicional a los títulos de concesión, se encuentra una pequeña porción de camino autorizada en materia de impacto ambiental (Ver tabla II.1.) con lo que se determina la envolvente total de 1,414.7219 ha. En la actualidad estos terrenos presentan un uso de agostadero natural para el desarrollo de la actividad pecuaria. La cual se considera pobre debido a su baja capacidad forrajera de materia seca por hectárea, como se destaca más adelante.

El cuadro de construcción del polígono solicitado es el siguiente.

Tabla II.5. Cuadro de construcción del proyecto Ampliación 2 de Mina Las Chispas.

Vértice	Coordenadas UTM Zona 12 N Datum WGS84	
	Este	Norte
1	X=581936.9510	Y=3346860.5862
2	X=579597.9513	Y=3346860.5862
3	X=579597.9513	Y=3346221.9662
4	X=578322.5996	Y=3346221.9662
5	X=578322.5996	Y=3343921.9644
6	X=578822.5946	Y=3343921.9644
7	X=578822.5946	Y=3342821.9683
8	X=579122.5949	Y=3342821.9683
9	X=579122.5949	Y=3342621.9690
10	X=579722.5955	Y=3342621.9690
11	X=579722.5955	Y=3342902.1420
12	X=580178.3681	Y=3342446.3747
13	X=580373.7616	Y=3342641.7650
14	X=580545.0608	Y=3342641.7650
15	X=580545.0608	Y=3342360.5822
16	X=581936.9510	Y=3342360.5822
Superficie = 1,414.7219 ha		

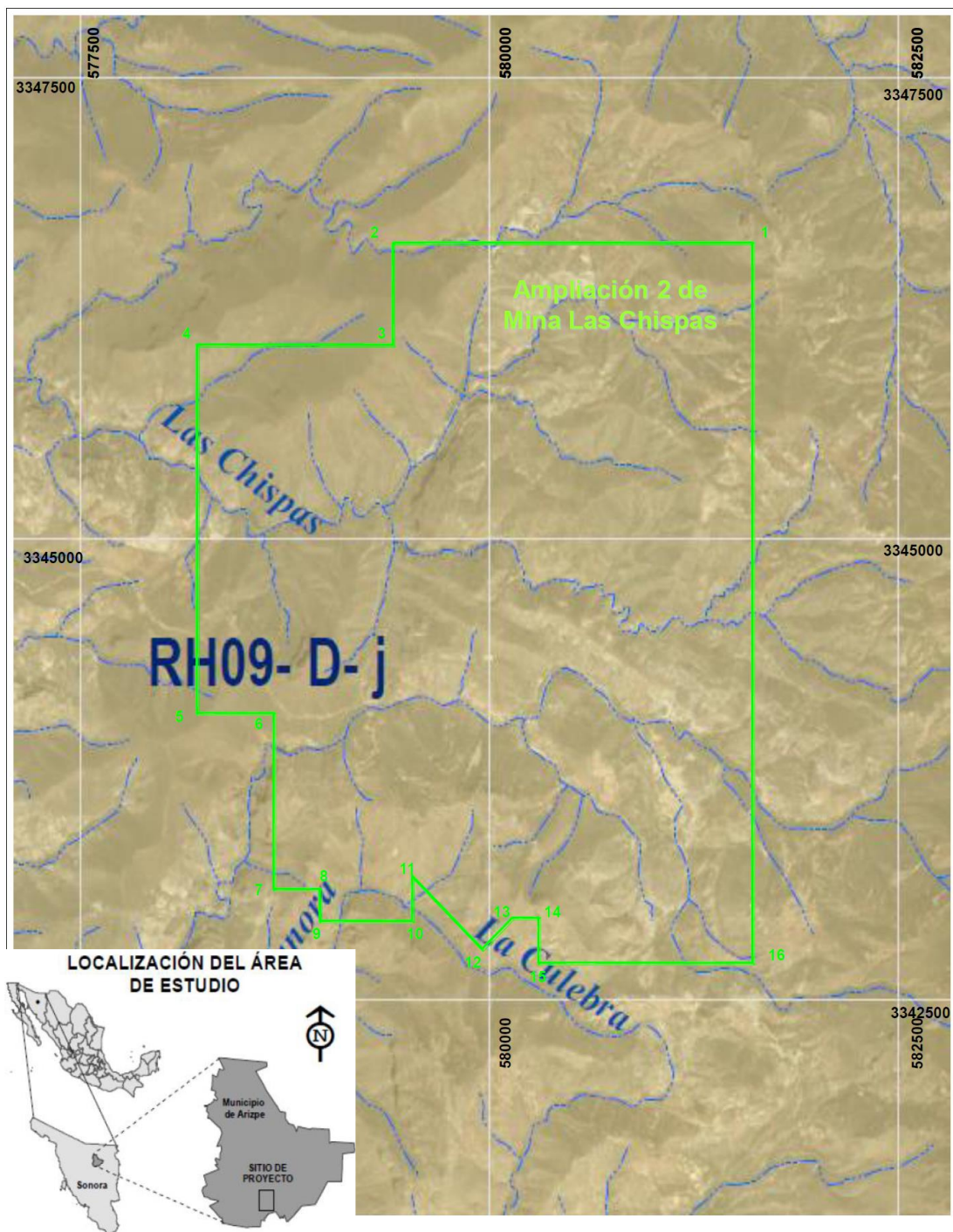


Figura II.7. Polígono del proyecto de Ampliación 2 de Mina Las Chispas.

II.1.4 Inversión requerida

II.1.5 Dimensiones del proyecto

En apego a los términos de referencia en materia de impacto ambiental, se presenta el siguiente desglose de superficies. Las principales obras que conforman el proyecto minero Las Chispas y la superficie a afectar por cada una de ellas se desglosan a continuación.

El proyecto requiere la ocupación de 1,414.7219 ha la cual no será ocupada desde el inicio sino a través de la vida útil del proyecto y donde exista cobertura natural, será desmontado previo Estudio Técnico Justificativo en materia de Cambio de Uso del Suelo, donde existe cobertura mayormente de matorral subtropical (MST) y en menor proporción de Bosque de encino (BQ), como se describe más adelante en el Capítulo IV de este documento.

La superficie total del proyecto se encuentra a favor del promovente (Ver **ANEXO 2**), con igualmente los títulos de concesión minera a favor del promovente y donde se localizarán la totalidad de obras y servicios mineros requeridos para el proyecto mina Las Chispas.

a) Superficie total del polígono o polígonos del proyecto (en m²).

La superficie total del proyecto es de 14,147,219 m² (1,414.7219 ha). El desglose de superficies se muestra a continuación:

Tabla II.7. Desglose de superficies a solicitar para la Ampliación 2 de Mina Las Chispas

Desglose de superficies	Sup (ha)	Sup (m²)	Porcentaje (%)
a) Superficie total del polígono o polígonos del proyecto (en m ²).	1,414.7219	14,147,219	100
b) Superficie a afectar (en m ²) con respecto a la cobertura vegetal del área del proyecto, por tipo de comunidad vegetal existente en el predio (selva, bosque, matorral, etc.). Indicar, para cada caso su relación (en porcentaje), respecto a la superficie	1,132.937	11,329,370	80.08
c) Superficie (en m ²) para obras permanentes. Indicar su relación (en porcentaje), respecto a la superficie total del proyecto.	0	0	0

b) Superficie a afectar (en m²) con respecto a la cobertura vegetal del área del proyecto, por tipo de comunidad vegetal existente en el predio (selva, bosque, matorral, etc.). Indicar, para cada caso su relación (en porcentaje), respecto a la superficie total del proyecto.

La superficie total a afectarse por el proyecto corresponde a 1,414.7219 ha que poseen cobertura natural de matorral subtropical (MST) y bosque de encino (BQ) de acuerdo a las siguientes proporciones.

Tabla II.8. Desglose de superficie natural y perturbada del proyecto

Clave	Nombre del uso del suelo y/o tipos de vegetación	Cuenca Río Sonora		SA		Proyecto		Desglose de superficies del proyecto.		
		Superficie (ha)	Proporción del atributo en la cuenca (%)	Sup (ha)	Proporción respecto al atributo de la Cuenca (%)	Ocupación respecto a la Cuenca Río Sonora (%)	Respecto al SA de ocupación (%)	Superficie del arreglo vegetal (ha)	Superficie natural (ha)	Superficie perturbada (ha)
RA	ZONA AGRICOLA	124465	4.70%	340.914	0.27%					
PI	PASTIZAL INDUCIDO	58717	2.20%	2.192	0.00%					
PN	PASTIZAL NATURAL	140253	5.20%	225.658	0.16%					
MST	MATORRAL SUBTROPICAL	426762	16.00%	9762.263	2.29%	0.292%	12.772%	1246.794	982.473995	264.320
MK	MEZQUITAL	45695	1.70%	55.738	0.12%					
MDM	MATORRAL DESERTICO MICROFILO	503950	18.80%	470.046	0.09%					
BQ	BOSQUE DE ENCINO	177486	6.60%	1547.656	0.87%	0.095%	10.850%	167.927	150.463031	17.464
								1132.937	281.785	

c) Superficie (en m²) para obras permanentes. Indicar su relación (en porcentaje), respecto a la superficie total del proyecto.

No existen obras permanentes del proyecto. La superficie requerida en ocupación podrá ser desmantelada, removida o restaurada del área.

d) Superficie(s) del predio(s), de acuerdo con la siguiente clasificación: Conservación y aprovechamiento restringido, producción, restauración y otros usos, además considerar las dimensiones del proyecto, de acuerdo con las siguientes variantes:

La superficie total del proyecto ocupa una superficie de 1,414.7219 ha, siendo la máxima área de influencia del proyecto. Cabe mencionar que todas las superficies desglosadas son de producción, aun cuando existen áreas degradadas. No se presentan terrenos sujetos a conservación, como se detallará más adelante en la descripción del sistema ambiental.

Tabla II.9. Clasificación de superficies a ser ocupadas por el proyecto

Zonas	Clasificaciones	Sup (ha)	%
Zonas de Conservación y aprovechamiento restringido ¹	Áreas Naturales Protegidas		
	Superficie arriba de los 3,000 MSNM		
	Superficie con pendientes mayores al 100% o 45°		
	Superficies con vegetación de Manglar o Bosque mesófilo de montaña		
	Superficie con vegetación en galería		
Zona de producción	Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de productividad maderable alta		
	Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de productividad maderable Media,		
	Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de productividad maderable baja ²	1,132.937	80.08
	Terrenos con vegetación forestal de zonas áridas		
	Terrenos adecuados para realizar forestaciones		
Zonas de restauración	Terrenos con degradación alta		
	Terrenos con degradación media ³		
	Terrenos con degradación baja		
	Terrenos degradados que ya estén sometidos a tratamientos de recuperación y regeneración.		
NOTA: LA TABLA ANTERIOR CORRESPONDE A LA ZONIFICACIÓN DE LOS TERRENOS FORESTALES Y DE APTITUD PREFERENTEMENTE FORESTAL CON BASE EN EL INVENTARIO FORESTAL NACIONAL Y EL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO NACIONAL.			

¹: El área destinada al proyecto carece de atributos especiales que sean considerados hábitat únicos para las especies biológicas existentes como se describe más adelante en el apartado II.1.6.

²: Se considera terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de productividad maderable baja debido a que se trata de tierras aptas para uso forestal doméstico (ver descripción en apartado II.1.6.) donde el terreno presenta condiciones donde la vegetación está constituida por comunidades cuya naturaleza o condición permite la extracción de productos forestales de manera restringida, únicamente para su utilización directa con fines domésticos.

³: Se describe como terrenos con degradación basado en Martínez y Fernández (1983) quienes estimaron la variación espacial de la erosión en el país. De esta forma, el área donde se encuentra el sitio en estudio está ubicada en la subregión 9, la cual está definida por una degradación de suelo del orden de 2 a 3 ton/ha/año, considerada como erosión leve.

e) Si el proyecto se encuentra dentro de un solo predio se deberá indicar el área del proyecto y área total, en caso de estar inmerso en un predio mayor.

Todas las obras se ubican dentro de los terrenos permitidos a la empresa promotora. La empresa ha firmado los acuerdos de ocupación con los representantes de la comunidad del Ejido Bámorei y es dueña de la propiedad de Rancho Babicanora y Cuesta Blanca. En el **ANEXO 2** se presentan copias de dichos acuerdos.

f) Si el proyecto se encuentra dentro de un conjunto predial se mencionará las superficies totales del conjunto predial y/o de cada predio, además, especificar el tipo de superficie en hectáreas y el porcentaje de las mismas (de acuerdo a la siguiente Tabla).

La totalidad de la superficie se encuentra dentro de la comunidad de Babicanora, dentro de dos predios de acuerdo al desglose presentado, con el siguiente arreglo:

Tabla II.10. Cuadro de construcción de los predios de ocupación del proyecto Ampliación 2 de Mina Las Chispas

Nombre del propietario	Superficie total de la propiedad (ha)	Polígono	Superficie (predio) en ha	Régimen de propiedad	Tipo de documento legal / ANEXO 2
Ejido Bámorei ^{/1}	3,997.7050	1	775.4439	Ejido	Decreto de Entrega, Acta de Asamblea y Contrato de anuencia de ocupación temporal del Ejido
Rancho Babicanora ^{/2}	2582.074	2	480.1368	Privada	Escritura de Compraventa
Rancho Cuesta Blanca ^{/3}	708.3149	3	159.1412	Privada	Escritura de Compraventa
Superficie total de la concesión (ha) :			1414.7219		
Superficie autorizada previa (ha) <u>Tabla II.1.</u> :			181.7341		
Superficie de Ampliación 2 de Mina Las Chispas (ha) :			1232.9878		



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.

Los polígonos que componen el proyecto minero Las Chispas 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, así como áreas para la extracción de leña muerta y postería, para el autoconsumo y mercado local.

a) Definir la categoría de uso de suelo que presenta el sitio del proyecto.

Actualmente la zona del proyecto se clasifica como terrenos de agostadero, donde la totalidad de la superficie a ser ocupada cuenta con los permisos de los propietarios de terreno

b) El uso común o regular de suelo. Describir los usos actuales de suelo en el sitio seleccionado, detallando las actividades que se lleven a cabo en dicho sitio y en sus colindancias. A manera de ejemplo se presentan las siguientes clasificaciones de uso de suelo: agrícola, pecuario, forestal, asentamientos humanos, industrial, turismo, minería, área natural protegida, corredor natural, sin uso evidente, etc.

El área del proyecto en su entorno son terrenos de agostadero, actualmente sin uso porque están arrendadas a favor del promovente (Area de Ejido Bámori) o son propiedad privada del promovente (Rancho Babicanora y Rancho Cuesta Blanca) donde el propietario es el promovente.

El área también es empleada en actividades temporales de pastoreo de ganado y para paso de bestias.

Se pretende desarrollar el proyecto en terrenos de la comunidad de Bámori, municipio de Arizpe, Sonora, donde todas las obras están ubicadas en la Región Hidrológica 9, Sonora Sur, Cuenca D, Río Sonora, y Subcuenca b correspondiente a la porción de la cuenca del río Sonora-Banámichi, en el Sistema Ambiental (SA) delimitado de 123.62 km² (12,362 ha), en terrenos con vegetación de matorral subtropical (MST), con distintos grados de perturbación por actividades antecedentes de la actividad minera, asentamientos humanos y la ganadería.

Actualmente la zona del proyecto se clasifica como terrenos de agostadero, donde la totalidad de la superficie a ser ocupada cuenta con los permisos de los propietarios de terreno

c) El uso potencial considerando la cartografía existente y los criterios técnicos que sustenten el o los posibles usos que pudiera dársele al terreno.

El terreno presenta cañadas, escarpado mediano a fuerte, con suelo rocoso, laderas de cerros con suelos de drenaje superficial fuerte y vegetación determinada e impactada por la influencia de la temporada de lluvias o del estiaje; se puede utilizar para actividades relacionadas con el potencial minero de la región.

El uso potencial agrícola determina que el área no posee tierras aptas para la agricultura, además que la vegetación natural únicamente es compatible para el ganado caprino y en materia de forestería son tierras para la extracción de material sólo de consumo doméstico.

Uso potencial agricultura

Aún cuando la mayor demanda de agua de la subregión Río Sonora corresponde a la agricultura, en la zona del proyecto las tierras no son aptas para la agricultura, agrupándose en este sitio los terrenos que por sus condiciones no permiten el desarrollo de ningún tipo de utilización agrícola, salvo algunos de carácter especial.

De esta manera, de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), en su carta de uso potencial agricultura, carta Tijuana Escala 1:1000,000, el sitio presenta clave 70302, equivalente a nulo desarrollo de cultivos, bajos procedimientos de labranza y nulo suministro de agua a esta área.

Uso potencial ganadería

La totalidad de las áreas a ser ocupadas se ubican en tierras aptas para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal. Son tierras donde no es posible el establecimiento de praderas cultivadas y que sustentan comunidades vegetales diferentes al pastizal, en cuya composición existen especies aprovechables, y en donde las condiciones físicas del terreno permiten la movilidad del ganado bovino y caprino.

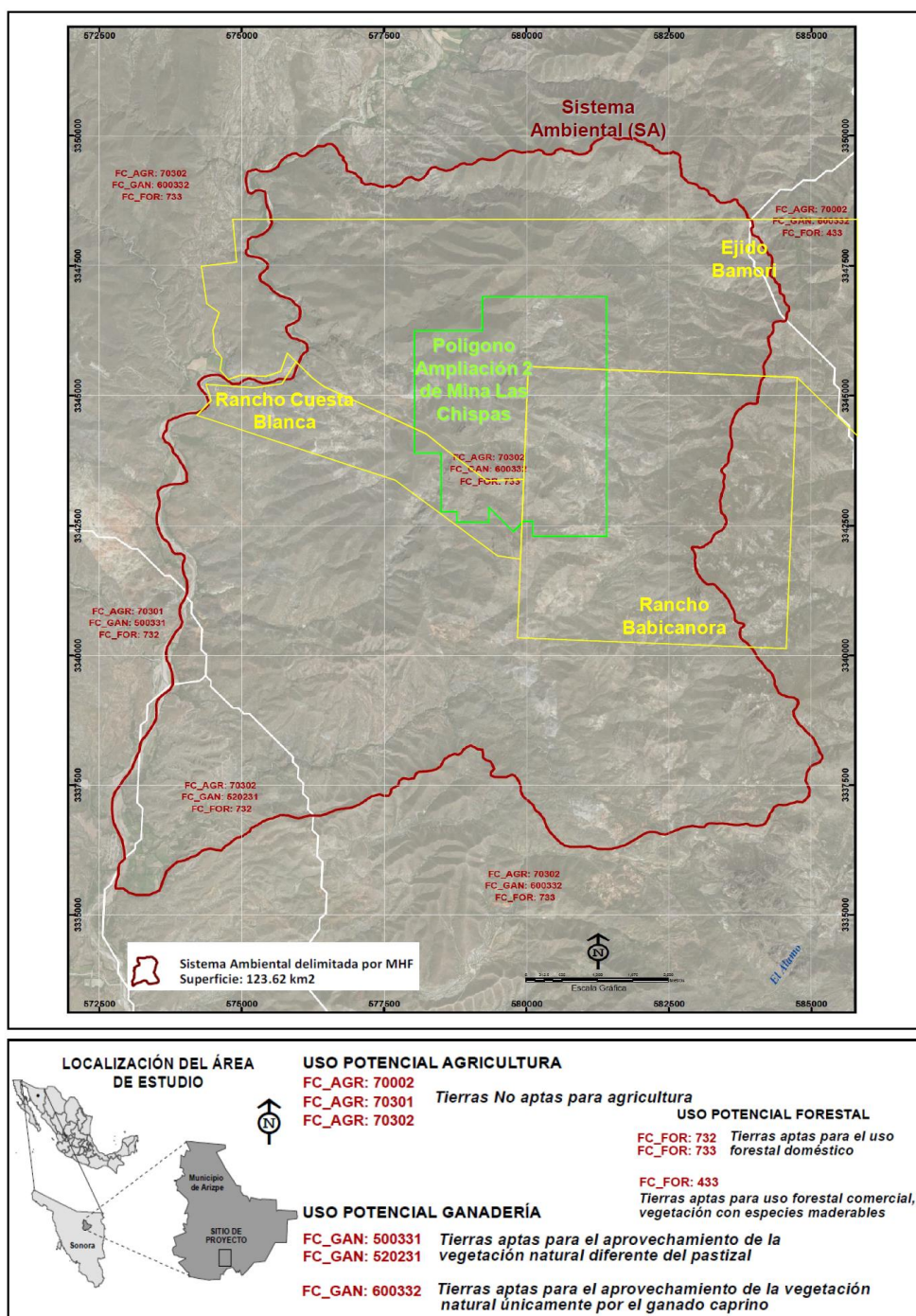


Figura II.9. Plano de uso potencial del terreno.

Fuera de las obras previstas, pero cercanos al sitio, existen pequeños parches que se observan que fueron ocupados para siembra de zacate buffel, pero que en la actualidad se encuentran abandonados y no hay ganado haciendo uso de esos espacios. En este orden de ideas, de acuerdo al INEGI, en su carta de uso potencial ganadería, carta Tijuana Escala 1:1000,000, el sitio presenta clave 600332 equivalente a un desarrollo medio de las especies forrajeras allí presentes, con nulo establecimiento de pastizal cultivado, pero donde existe una facilidad media para la movilidad del ganado en pastores y con bajas características de la vegetación aprovechable.

Uso potencial forestería

Son tierras aptas para uso forestal doméstico. El terreno en general presenta condiciones donde la vegetación está constituida por comunidades cuya naturaleza o condición permite la extracción de productos forestales de manera restringida, únicamente para su utilización directa con fines domésticos.

De esta manera, de acuerdo al INEGI, en su carta de uso potencial forestería, carta Tijuana Escala 1:1000,000, el sitio presenta clave 733 que significa una condición baja de la vegetación actual para fines forestales, con una facilidad media para la extracción de productos forestales.

d) Indicar en caso de que el proyecto se localice en alguna condición especial como son las zonas de atención prioritaria:

El área destinada al proyecto de Ampliación 2 de Mina Las Chispas carece de atributos especiales que sean considerados hábitat únicos para las especies biológicas existentes. No existen atributos especiales para ser considerado zona de anidación, refugio, reproducción o conservación de especies, entre ellas frágiles y/o vulnerables. Además, el sitio en estudio queda fuera de Áreas Naturales Protegidas (ANP) con Declaratoria a nivel Federal o Estatal, sin embargo el ANP más cercana es la Reserva Forestal Nacional y Refugio de Fauna Silvestre "Ajos Bavispe", localizada al Este del área del proyecto, pero no se interferirá en ninguna forma con las políticas y planes de la misma. Igualmente el proyecto queda fuera de alguna región hidrológica prioritaria publicada a la fecha por la CONABIO. En cuanto a Regiones terrestres prioritarias, existen dos áreas muy cercanas a la zona del proyecto, una de ellas se llama Bavispe-El Tigre y la otra área se denomina Cañada Mazocahui, las cuales son descritas en las políticas de vinculación de uso del suelo. Tampoco existe ninguna UMA (unidad de manejo ambiental) registrada en el sitio ni colinda de manera inmediata con alguna. De las Áreas de Importancia para Conservación de Aves, el proyecto se encuentra dentro de la AICA 38, descrita mas adelante.

Por otra parte, de acuerdo al Decreto de ordenamiento ecológico del Territorio para el Estado de Sonora el proyecto resulta compatible con la minería del cual es asociado y no existe plan de ordenamiento local para el área en estudio que delimite unidades de gestión ambiental para la región.

Tabla II.11. Distancia del proyecto respecto a las áreas de conservación:

Áreas de conservación	Distancia más cercana (km)
Áreas Naturales Protegidas (ANP) de competencia Federal.	43 km al Este
Áreas Naturales Protegidas de Competencia Estatal.	113.5 km al Sur
Regiones Hidrológicas Prioritarias	57.5 km al Este
Áreas Terrestres Prioritarias	39 km al Este
Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).	0 km dentro de una AICA

e) Las zonas de anidación, refugio, reproducción, conservación de especies en alguna categoría de protección (de acuerdo con la normatividad vigente), o bien las áreas de distribución de especies frágiles y/o vulnerables de vida silvestre y de restauración del habitat

No existe en la superficie solicitada para el proyecto, áreas únicas para anidación, refugio, reproducción, conservación de especies en alguna categoría de protección o especies frágiles y/o vulnerables de vida silvestre y de restauración del hábitat.

De acuerdo al análisis que más adelante se presenta en el Capítulo IV del presente documento y de acuerdo al CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) y a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 ninguna de las especies de flora se encuentra en alguna de sus categorías de protección especial que requieran una acción específica de protección.

Sin embargo, de acuerdo a la política de la empresa promovente y los atributos biológicos y de uso de la región, es importante mencionar que, aunque en el área bajo estudio existen especies que no aparecen en la lista oficial de la Norma Mexicana, existen otras especies que son consideradas como especies especiales por los investigadores, técnicos, productores y habitantes de la región, por ser elementos de fisonomía única y que dan un aspecto muy particular al paisaje, además de que desempeñan un papel muy importante en los ecosistemas naturales al contribuir, de alguna forma, a controlar el proceso de erosión del suelo y a proveer de alimento y albergue y anidamiento a diversas especies de fauna silvestre.

Esto será considerado en los programas de protección de especies vegetales para las obras, mismo que se enlazará a las actividades que sobre el tema desarrolla mina Las Chispas, una vez que se determine el Estudio Técnico Justificativo en materia de cambio de uso del suelo.

f) Las zonas de aprovechamiento restringido o de veda forestal y de fauna

No existen en la zona del proyecto áreas de aprovechamiento restringido en materia de veda forestal o de fauna. El sitio carece de estas características. A nivel local, en materia de flora, el proyecto cubre una superficie total de 1,414.7219 ha, de las cuales, independientemente de las superficies alteradas allí existentes, corresponde mayormente a matorral subtropical (MST) y en menor proporción de Bosque de encino (BQ), donde el inventario obtenido de acuerdo al CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) y a la Norma Oficial Mexicana NOM-059- SEMARNAT-2010 ninguna de las especies de flora se encuentra en alguna de sus categorías de protección especial.

En materia de fauna, el área de estudio del proyecto pertenece a la Provincia mastogeográfica llamada sonorensis, la cual posee gran influencia de las provincias sinaloense y sierra madre occidental. En aves, el sitio queda cercano e influenciado por la región AICA (Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves) No. 38 denominada Sierra Madre Occidental. Pertenece además a la Provincia herpetofaunística llamada sierra madre occidental, donde los elementos de este grupo tienen amplia distribución por toda la región serrana, siendo el área de Arizpe casi los límites con esta distribución.

g) Los ecosistemas frágiles

El área del proyecto no es considerada como un ecosistema frágil toda vez que las condiciones existentes en las obras contempladas, se encuentra ampliamente distribuido en las colindancias al proyecto.

Lo anterior, debido a que el municipio forma parte de una de las subcuencas del río Sonora que poseen entre el 15-30 % de sus respectivas superficies con erosión. Martínez y Fernández (1983) estimaron la variación espacial de la erosión en el país a través del cálculo de la relación entre la producción de sedimentos y el área de drenaje de sus diferentes subregiones hidrológicas. De esta forma, el área donde se encuentra el sitio en estudio está ubicada en la subregión 9, la cual está definida por una degradación de suelo del orden de 2 a 3 ton/ha/año, considerada como erosión leve.

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El proyecto se localiza en una zona rural donde los servicios e infraestructura son muy limitados.

Se carece en el sitio de pozos en operación o abastecimientos de agua de uso industrial. Se registra sólo el represo de Babicanora de uso agropecuario. Para las actividades de exploración minera y mantenimiento de caminos se abastece del agua adquirida en pipas y en menor cantidad de aguas almacenada en las obras subterráneas producto de la minería histórica en el sitio (aguas de laboreo). Tampoco se cuenta con obras de drenaje o sitios adecuados para la disposición de basura por lo que se utiliza el basurero municipal el cual se localiza a aproximadamente a 7 km del proyecto Las Chispas.

El camino de acceso es de terracería en relativamente buenas condiciones porque la empresa promotora se encarga de darle mantenimiento para los accesos a mina Las Chispas. Además se planea rehabilitar diversos tramos actualmente en desuso, que conecte las áreas de trabajo contempladas en la presente solicitud.

En sitio se carece de servicio de energía eléctrica, por lo que las actividades de mina Las Chispas actualmente se llevan a cabo de manera diurna y con el apoyo de generadores base diesel. Se contempla incrementar la generación de energía de este tipo, por lo que ya se realizan las gestiones ante la Secretaría de Energía (SENER) contemplando de inicio hasta cinco unidades, cuyas capacidades y dimensiones será previstas en la Licencia Ambiental Unica del Proyecto (LAU) mientras el servicio de tendido eléctrico de la CFE que suministra energía a la población de Arizpe, llegue hasta el sitio del proyecto, con las adecuaciones y adiciones necesarias al sistema.

La población de Arizpe se localiza a a más de 5 km del sitio del proyecto y cuenta con la mayoría de los servicios básicos como agua potable, luz eléctrica, y alcantarillado.

En cuanto a medios de comunicación se tiene los servicios de correo, telégrafo, televisión y teléfono. En el ramo de telecomunicaciones se cuenta con antena parabólica conectada a los canales que transmite el satélite Morelos de México. Existe una pista de aterrizaje para aviones pequeños, deshabilitada por la SEDENA. Para hospedaje se brindan opciones de casas rurales y un hotel de buen nivel para servicio al turismo. Más adelante en los aspectos socioeconómicos se detalla esta situación.

II.2 Características particulares del proyecto

II.2.1 Programa General de Trabajo

En total se contemplan 25 años de vida útil del proyecto. El tiempo de preparación del sitio y construcción involucra 5 años para estar operativa de manera continua. Posteriormente ocurren 2 años de operación y mantenimiento residual, paralelo al cierre de operaciones con las reservas probadas actualmente.

De concluir antes las actividades, se notificará ante SEMARNAT y de extenderse el plazo, se justificará las obras y actividades previstas, preparando los estudios que apliquen en su momento. A continuación, se muestra el cronograma de actividades para la ejecución del proyecto.

Tabla II.12 Programa de actividades para mina Las Chispas.

Actividad	Previo				Año																								
	a	b	c	d	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
PLANEACION, DISEÑO E INGENIERIA																													
Estudios previos de sustento																													
Selección de sitio																													
Diseño de ingeniería																													
Elaboración de estudios ambientales																													
PERMISOS Y AUTORIZACIONES																													
Impacto Ambiental																													
Cambio de Uso del Suelo																													
PREPARACION DEL SITIO Y CONSTRUCCION																													
Rescate y protección de especies de flora y fauna de interés																													
Cortes y despalmes																													
Acueducto																													
Ubicación y construcción de pozos de ventilación																													
Bancos de material																													
Vaciadero																													
Áreas de salvaguarda y envoltentes																													
Obras y servicios de apoyo																													
Áreas operativas adicionales																													
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																													
Procedimientos seguros de trabajo																													
Bitácoras de operación																													
Seguridad y monitoreo ambiental																													
ABANDONO DEL PROYECTO																													
Desmantelamiento																													
Reforestación																													
Entrega a la comunidad																													
Informe a SEMARNAT-PROFEPA																													

El proyecto inició a nivel planeación desde julio de 2018, realizando la selección de sitios e ingeniería en la proyección de las obras. Así mismo, se realizaron los estudios ambientales para solicitar los permisos correspondientes para dar paso a la generación del estudio de impacto ambiental para la Ampliación 2 de Mina Las Chispas, concluyéndose en octubre de 2019.

Posteriormente, el proyecto se reserva la espera de los resolutivos correspondientes en materia de impacto ambiental y a corto plazo los de cambio de uso del suelo que apliquen para sujetarse a las medidas de mitigación propuestas y las condicionantes que se deriven de la información proporcionada.

Una vez obtenida las autorizaciones, previstas para el año 2020, en máximo 60 meses (5 años) se concluyen la construcción de las actividades solicitadas y las previstas a futuro.

Posteriormente, como se ha mencionado desde el inicio, la vida operativa del proyecto se contempla para 25 años. Posteriormente el el abandono dos años adicionales de las obras en apego a la legislación ambiental vigente al momento del cierre y a los convenios existentes con la localidad.

Así, una vez concluida la vida operativa del proyecto, se llevarán a cabo diversas actividades para el cierre del mismo, las cuales tienen como objetivo principal garantizar que el área en la que se desarrollarán las actividades quede segura y libre de condiciones adversas.

II.2.2 Preparación del sitio

El responsable forestal del proyecto se encuentra encaminado a determinar opciones de proyectos de conservación de suelos, flora y fauna en sitios inmediatos, que puedan ser sujetos a programas de compensación ambiental en la región, considerando los atributos de sitio, mismas que se plasmen en los programas de protección de especies y de suelos que deberán desarrollarse para el proyecto en el estudio técnico justificativo en materia de cambio de uso del suelo para los terrenos naturales.

Las actividades de preparación del sitio están sustentadas en los estudios previos de exploración en 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.

Durante esta etapa se tienen contempladas las actividades de limpieza, preparación y nivelación del terreno. La preparación del terreno consiste básicamente del despalme. El despalme se hará por secciones, en función del avance programado para la construcción de obras e instalaciones. Se realizará por medios manuales y mecánicos con maquinaria menor, sin utilizar fuego ni sustancias químicas. Se hará el retiro de la vegetación desmontada, que será enviada hacia un sitio designado para acopio.

Es importante señalar que ninguna actividad se realizará hasta que se cuente con las licencias y permisos correspondientes, así como, cumplidas todas las obligaciones ambientales establecidas para el Proyecto.

Esta actividad se refiere a la eliminación de la vegetación y de la capa superficial del terreno, los objetivos principales son:

- Realizar el trazo en campo de los polígonos a construir, el dimensionamiento de obras, así como las medidas de prevención y mitigación que se aplicarán.
- Permitir y delimitar la operación de la maquinaria de construcción.
- Evitar movimientos en terraplenes, ya que el material superior es generalmente esponjoso y compresible.
- Remover para su almacenamiento la materia orgánica que posteriormente fomente el crecimiento de vegetación.

Asimismo, el material removido por las actividades deberá ser depositado en sitios seleccionados para tal fin por el responsable del proyecto, en donde se garantice que éste no será arrastrado por el drenaje pluvial o por el crecimiento de cuerpos de agua, que no obstruirá cauces naturales o similares y que no afectará innecesariamente a la vegetación.

En el caso de los terrenos con cobertura natural, la preparación del terreno consistirá primeramente de la revisión de 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, según los atributos biológicos descritos en el Capítulo IV.

Cabe aclarar que no se identificaron en la zona del proyecto especies de flora con algún estatus de protección, pero se propone un programa de rescate de las anteriores especies por su interés regional. Posterior al rescate y medidas de protección de flora y fauna, se inicia con el desmonte de las áreas. En esta fase la empresa puede establecer convenios con la comunidad para que se aprovechen los troncos de los árboles y otros materiales producto del desmonte que puedan ser de utilidad a ellos.

Los desmontes y despalmes del terreno se irán realizando por etapas de acuerdo a los planes de desarrollo de las obras.

a) Delimitación del área sujeta a CUSTF.

Previamente a toda obra, el área de Ingeniería de la empresa promotora, deberá delimitar las áreas sujetas a ocupación, apoyada por el antecedente de las áreas naturales resultante del trabajo de campo. Lo anterior permitirá iniciar las labores de rescate de especies, de protección de fauna previstas en los terrenos naturales, ejecución del programa de conservación de suelos y la preparación del sitio y construcción en terrenos autorizados.

Las actividades básicas de la delimitación del área sujeta a CUSTF son las siguientes:

Definir el área a delimitar.

- El planeador deberá verificar con el área de medio ambiente que el área a delimitar cumpla con la autorización correspondiente para la obra que se trate.
- El topógrafo deberá confirmar de entendido y en caso de dudas aclararlas directamente con el planeador.

Traslado.

- Se sube el equipo de topografía al vehículo (dentro de la cabina del vehículo), no sin antes revisar que tenga los datos que se requieren y que esté en condiciones óptimas para trabajar.
- Avisar al supervisor en turno por radio, que ingresará al área a realizar una actividad y el lugar donde se va a trabajar.
- Al llegar a la zona de trabajo, revisar que maquinaria está laborando cerca de la zona para darle aviso que están en el área de trabajo (el aviso debe ser visual y por radio).
- Se estaciona el vehículo en lugar adecuado que no afecte el libre tránsito de los camiones de carga y/o vehículos, lejos de cualquier maquinaria que opere cerca de la zona.
- Se coloca los tacones de seguridad a la llanta trasera del lado del chofer.

Lugar de Trabajo.

- El Topógrafo se dispone a armar el equipo ensamblando el bastón con el radio móvil (parte superior de la baliza) y la colectora (parte media de la baliza).
- Enciende la colectora y crea un nuevo trabajo en la carpeta con el nombre POLIGONOS asignándole nombre.
- Se importan las coordenadas del polígono previamente cargadas en la colectora.
- Se ubica el primer punto, se le amarra a una planta la cinta topográfica (flagging) para continuar al segundo punto sin haber cortado el flagging, amarrar flagging a otra planta y así sucesivamente con el fin de cerrar el polígono a desmontar.
- Ya marcado el polígono se le da aviso a medio ambiente para iniciar con el desmonte.
- El supervisor de medio ambiente verifica que el polígono marcado este dentro de los límites autorizados para el proyecto.
- Se da por terminado el proceso de marcaje.

Traslado.

- El ayudante debe de quitar el tacón de seguridad de la camioneta.
- El topógrafo desarma el equipo de operación y lo sube al vehículo que los trasladara a oficinas.
- Se le informa al supervisor que se retira del área.
- Deben guardar el equipo en el área destinada para evitar incidentes.

b) Ejecución del programa de Rescate y reubicación de fauna silvestre.

Previo al desmonte, se establecerán brigadas en el área destinada del avance anual de ejecución de cambio del uso del suelo, con el propósito de recorrer el sitio, promoviendo en primera instancia, el libre desplazamiento de la fauna silvestre que habite en dicha porción del predio.

Una de las actividades iniciales para la preparación del sitio será el ejecutar el programa de rescate de especies de flora y fauna silvestres; simultáneamente se dará el ahuyento de las especies de fauna silvestre que se encuentren en el área, haciéndose mención de que las actividades subsecuentes son unidireccionales y paulatinas.

Se realizará el rescate y reubicación de los diferentes grupos de fauna presentes en el sitio del proyecto durante la preparación del sitio y construcción, previo al desmonte de obras. El equipo de rescate conformado por biólogos y auxiliares especializados en vida silvestre realizará esta actividad, no obstante de acuerdo a la importancia que implica el cuidado de los animales, se pretende atender cada una de las recomendaciones en esta materia de modo que no represente riesgo alguno tanto al personal como a los ejemplares rescatados y reubicados. Se prestará una atención mayor a los ejemplares dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y aquellos de lento desplazamiento. Para tal efecto se seguirá con las especificaciones establecidas en los programas de rescate de fauna silvestre.

Los trabajos del manejo de la fauna silvestre consistirán en la identificación, el rescate y reubicación, así como el ahuyentamiento de acuerdo al grupo faunístico que se trate, siguiendo los lineamientos establecidos en el programa de rescate de fauna el cual se integrará en el estudio del Cambio de Uso de Suelo en los terrenos naturales cuando aplique.

Como segundo paso, para el caso de las especies de lento desplazamiento, éstas podrán ser reubicadas a sitios inmediatos al predio con las características de hábitat equivalente, que permita su supervivencia. Aun cuando la diversidad de fauna silvestre que habita en el área de estudio es de distribución discontinua resultado de la orografía y de las asociaciones vegetales, con el rescate de la fauna se pretende mantener el flujo genético entre las poblaciones locales para que este no se empobrezca, lo que coadyuvará a mantener la diversidad biológica de la zona.

Aun cuando la diversidad de fauna silvestre que habita en el área de estudio es de distribución discontinua resultado de la orografía y de las asociaciones vegetales, con el rescate de la fauna se pretende mantener el flujo genético entre las poblaciones locales para que este no se empobrezca, lo que coadyuvará a mantener la diversidad biológica de la zona.

Las labores básicas de supervisión del programa son las siguientes:

INSPECCIÓN DEL ÁREA Y RASTREO

- Es obligación del supervisor y/o asistente de medio ambiente dar la capacitación necesaria al personal involucrado en el rescate.
- El personal de medio ambiente y/o contratista deberá iniciar con las labores de rescate y reubicación de fauna silvestre un dos semanas antes de que se inicien los trabajos de desmonte. Para esto deberán hacer recorridos de inspección para verificar la presencia de nidos y/o madrigueras.
- La inspección se realizará por medio de recorridos a pie en el área de intervención directa del proyecto (con un mínimo de 2 personas), haciendo un barrido con el objeto de maximizar el número de animales atrapados. Los recorridos deberán ser dirigidos principalmente a los micros hábitats con mayor probabilidad de encuentro de los organismos que son el foco del rescate, a modo de maximizar la captura.
- El rastreo se iniciará en la mañana, a las 8:00 y finalizará a las 5:00 del día, período del día en la que los animales presentan mediana actividad con el objeto de facilitar la captura.
- Los nidos y madrigueras detectados deberán ser reubicados en sitios de destino que cumplan con las características necesarias para asegurar su supervivencia, a una distancia segura. Se llevarán a cabo búsquedas periódicas en el área de influencia para relocalizar los ejemplares.

RESCATE DE MAMIFEROS

- Para el caso de rescate de mamíferos se deberán colocar trampas con cebo para ser capturados y se deberán de llevar al sitio de destino por medio de jaulas. El cebo se deberá elegir dependiendo del animal que se desee capturar.
- Se deberán colocar las trampas para mamíferos por una semana, y deberán revisarse todos los días para verificar la captura.
- Antes de ser liberados, los ejemplares capturados deberán ser identificados y deberán ser registrados por medio de bitácoras.
- Se deberán realizar recorridos posteriores para verificar si aún hay presencia de mamífero en la zona a afectar y de ser así se deberán capturar manualmente utilizando los guantes carnaza.
- Las madrigueras deberán ser destrozadas rodeándolas cuidadosamente para verificar que estén vacías.
- Nunca se deberá de utilizar agua ni químicos para ahuyentar a la fauna.

RESCATE DE AVES

- Los nidos a los que sea posible llegar serán rescatados y reubicados en el sitio de destino. Los nidos para los que su captura represente un riesgo al personal deberán dejarse en el sitio.
- Se considera que las aves se desplazarán por si mismas a un nuevo sitio.

RESCATE DE REPTILES Y ANFIBIOS

- Los trabajos de reforestación se deberán llevar a cabo en áreas de abandono (que ya no serán modificadas por la operación). Se deberán de verificar las zonas a reforestar con apoyo del departamento de servicios técnicos.
- El rastreo deberá llevarse a cabo en la tarde, noche y al amanecer.
- Una vez ubicados los ejemplares deberán ser rescatados con ayuda de pinzas y ganchos herpetológicos, esto con el fin de prevenir riesgo de mordedura al personal encargado de esta labor y para asegurar que la integridad del reptil no se ponga en riesgo.
- La captura del animal con pinzas y ganchos herpetológicos se deberá realizar poniéndolo a 15 centímetros de la cabeza, sin presionar con mucha fuerza para evitar causarle daños, posteriormente, se acerca lentamente el gancho a la región de la cabeza para tomarle con una mano la misma y con la otra detener el cuerpo.
- Los individuos capturados deberán ser identificados y registrados en bitácoras diseñadas para este fin.
- Los individuos se colocarán en botes de plástico con tapa ventilada o en sacos de lona, cuidando no mezclar especies y que contengan ejemplares de talla similar.
- Los ejemplares capturados serán trasladados a los sitios de reubicación y deberán ser liberados con precaución.
- Los reptiles no venenosos pueden ser manejados manualmente sin riesgo alguno para el personal que los manipule. Una vez capturado el ejemplar, se deposita en una caja de cartón con pequeños orificios para permitir la respiración y evitar el estrés.

MONITOREO

- Se mantendrá presencia constante en el sitio de trabajo para capturar cualquier espécimen de las especies en cuestión que se encuentre durante el desarrollo de las actividades.

c) Ejecución del programa de Rescate y reubicación de flora.

La preparación del terreno consistirá primeramente de la revisión de las áreas a desmontar para llevar a cabo el programa de rescate y reubicación de especies y densidades que se presentará en el estudio de Cambio de uso del Suelo de los polígonos naturales cuando aplique.

Previo al desmonte y despalde, un equipo integrado por biólogos e ingenieros forestales realizará el rescate y reubicación de los ejemplares de las especies de flora propuestas en el programa correspondiente y que se ubiquen dentro de área solicitada para desmontar.

Las actividades consisten en el reconocimiento, registro y marcaje de cada elemento a rescatar, colocando una marca o etiqueta a través de una nomenclatura o clave que permita la identificación y tratamiento que recibirá; posteriormente se realizará la reubicación en un polígono previamente seleccionado de acuerdo al Programa, identificado con características similares al lugar de donde fueron rescatados los ejemplares.

De esta manera, se pondrá en operación un programa de rescate y reubicación de flora que considere las especies susceptibles de ser rescatadas, a partir del conjunto de especies que conforman la vegetación natural del área sujeta a cambio de uso del suelo.

d) Desmonte y despalde del terreno

Previo al inicio de actividades, se realizarán levantamientos topográficos que son necesarios para establecer referencias de niveles y coordenadas para los trabajos a ejecutar, mediante las cuales se localizará el polígono a construir y una vez ubicada, se procederán a trazar los límites donde se habrá de construir. Se realizan actividades de desmonte y despalde en el polígono del proyecto, con el fin de contar con el espacio suficiente para el manejo seguro de maquinaria y materiales utilizados y de esta forma poder reducir los riesgos de accidentes al personal y daños al entorno.

Los métodos de desmonte y despálme corresponderán al tipo y necesidades del terreno, estos incluirán maquinaria (tractores bulldozer, cargadores frontales, retroexcavadoras, camiones de volteo, tractores de remolque y camionetas pick-up). Las actividades de desmonte y despálme, deberán realizarse en trayectorias de forma paulatina, para dar oportunidad al desplazamiento de fauna y reubicación de flora que pudiera encontrarse dentro del Proyecto y así mismo, evitar el daño a las áreas aledañas al proyecto, evitando en todo momento dañar a la fauna de lento desplazamiento en la confluencia de diferentes frentes de trabajo.

El desmonte se realizará puntualmente y por tramos, exclusivamente en áreas que serán utilizadas para la construcción, respetando estrictamente la vegetación que se encuentre fuera de la solicitud.

Se efectuará el desmonte paulatino y el producto del desmonte será sujeto a troceado y depositado junto al suelo fértil rescatado, para su posterior utilización en las actividades de restauración del sitio. Con la limpia del terreno se eliminarán los residuos derivados del desmonte así como la maleza existente.

Posteriormente al desmonte, se continúa con el despálme del terreno durante el cual se rescata el suelo vegetal de las zonas mas propicias de acuerdo a los reconocimientos previos de la zona. Se recomienda rescatar suelo fértil en aquellas zonas que presenten al menos un horizonte de 20 cm de espesor.

El despálme consistirá en retirar la capa superficial y el material orgánico superficial (capa orgánica). Este material se preservará durante la etapa de construcción, será acumulado dentro de los mismos polígonos donde no avance la construcción y se reincorporará durante la etapa de recomposición del sitio.

Para evitar que se mezcle con el suelo, la capa superficial de tierra será retirada y se segregará del subsuelo inferior, asimismo se almacenará y se protegerá de actividades propias de la construcción. Después de haber concluido la construcción, el subsuelo se reincorporará en áreas adyacentes para restaurar los contornos naturales de la tierra. Solo entonces se volverá a colocar la primera capa de tierra en su lugar original.

En caso de requerir que se nivele un espacio mayor, la capa superficial de tierra se retirará de toda el área a ser nivelada para evitar que se mezcle con el subsuelo, de igual forma podrán estabilizarse los suelos para prevenir o minimizar la erosión.

e) Ejecución del programa de conservación de suelos.

Posteriormente al desmonte, se continúa con el despalme del terreno durante el cual se rescata el suelo vegetal de las zonas mas propicias de acuerdo a los reconocimientos previos de la zona. Se recomienda rescatar suelo fértil en aquellas zonas que presenten al menos un horizonte de 20 cm de espesor. El material del desmonte a excepción de troncos, se triturarán y depositarán junto con el suelo vegetal para promover la permanencia de germoplasma en el suelo rescatado.

Las labores de conservación de suelos, se propone sea acorde al Programa de Conservación de suelos que se presentará de base en el documento de cambio de Uso del Suelo.

Las actividades de despalme se llevan a cabo a través de maquinaria pesada apropiada para las dimensiones de la ampliación, esto es, que las maquinas empleadas para tal fin, correspondan con las condiciones de fuerza y tamaño requeridas por el proyecto, evitando movimientos innecesarios por sobredimensionado o compactación.

El material del desmonte como troncos que no se aprovechen, se triturarán y depositarán junto con el suelo vegetal para promover la permanencia de germoplasma en el suelo rescatado.

Las labores básicas del programa de conservación de suelos son las siguientes:

CONSTRUCCIÓN DE ZANJAS

- Es obligación del supervisor y/o asistente de medio ambiente dar la capacitación necesaria al personal involucrado en la elaboración de obras de conservación del suelo.
- El personal de medio ambiente deberá coordinarse con el departamento de servicios técnicos para tener definida por medio de coordenadas y delimitada el área para la construcción de zanjas. Las zanjas se deberán realizar con apoyo de una retro excavadora en caso de tener una disponible, de lo contrario se deberá realizar de forma manual con apoyo de pico y pala.
- Antes de la elaboración de la zanja se deberá marcar por nivel de manguera, de forma que queden las zanjas discontinuas.
- Una vez elaborada la zanja se deberá construir un bordo de a 15 cm aguas debajo de la zanja, deberá ser compactado y se deberá sembrar pastos, arbustos y plantas pequeñas. El suelo extraído de la zanja se deberá utilizar para la elaboración del bordo.

TERRAZAS INDIVIDUALES

- Con el apoyo del departamento de servicios técnicos ubicar y marcar los puntos para la construcción de las terrazas individuales.
- Las terrazas deben tener de 1 a 1.5 metros de radio en la parte más alta, estas se podrán construir con apoyo de una retroexcavadora. El material extraído de las terrazas superiores deberá utilizarse en la parte inferior para nivelar la terraza y retener el agua. Excavar manualmente con pico y pala las cepas en los puntos marcados por servicios técnicos, las cepas deben ser alineadas con la curva de nivel para la plantación de árboles o arbustos.
- La tierra extraída por la construcción de la cepa deberá colocarse hacia abajo como barrera para la captación de agua para la planta.
- Las hileras de terrazas deberá quedar construidas diagonalmente aguas abajo y deberán separarse entre sí por una distancia de 3 metros.

MONITOREO Y MANTENIMIENTO

- Para ambos casos (zanjas y terrazas) se deberá hacer un levantamiento de información una vez al año para determinar la conservación de la obra y ver la posibilidad de llevar a cabo su rehabilitación, lo que incluye cantidad de suelo retenido, adaptación y desarrollo de la planta colocada en la cepa, en zanjas se deberá verificar dentro de la información levantada la existencia de especies de flora, entre otros.
- Se verá hacer un reporte del levantamiento y del mantenimiento de zanjas y terrazas.

II.2.3 Etapa de Construcción

Como parte de la continuidad de la actividad minera que se ha venido mencionando en este documento, se requiere la Ampliación 2 de Mina Las Chispas en obras, actividades y superficie, encaminada a la eficientización de la actual mina Las chispas, basado en la ingeniería de detalle, que determinó las directrices de operación eficiente para la persistencia de la mina en sitio. Para ello, se contempla la ocupación de envolvente de obras y servicios de salvaguarda minero hasta llegar a las 1,414.7219 ha para la ocupación de obras de complemento a Mina Las Chispas, estando actualmente en ocupación operativa 181.7341 ha. Es decir, se trata de un polígono envolvente para obras y servicios mineros por 1,232.9878 adicionales para las áreas de servicio apropiadas para la operación segura del proyecto que se incorpora a Las Chispas.

Esta superficie envolvente estará destinada al resto de las áreas de servicio y apoyo como caminos internos, sistemas de monitoreo ambiental y áreas envolventes de salvaguarda a la operación.

Hasta el momento, se tiene autorizado el uso y destino de 181.7341 ha de ocupación (Ver Tabla II.1.) y se ha asignado el uso el uso para corto plazo de 30.8308 ha) de ocupación inmediata (Ver tabla II.2.), sin embargo existen otras áreas de servicio de apoyo minero, así como áreas de salvaguarda y envolvente de obras, que se encuentran en definición de ocupación, debido a que las fases de exploración aún no terminan en sitio para ocupar las 1,202.157 restantes de la máxima ocupación de 1,414.7219 ha de acuerdo a la siguiente tabla.

Una vez que sea identificado el uso específico del resto del terreno que componen la presente solicitud, se dará notificará mediante el Aviso de Modificación de Obras con el detalle de las mismas y cumpliendo con todos los requisitos y trámites que se deriven de la misma.

Las obras y actividades destacadas como inmediatas citadas desde la tabla II.2. de esta solicitud, son las siguientes:

- Pozo de extracción de agua y acueducto de suministro
- Pozos de ventilación
- Bancos de material
- Area de tepetates o vaciaderos
- Sitios de resguardo de suelo y materiales

II.2.4 Construcción de obras asociadas o provisionales

Para la correcta operación del sitio del proyecto minero Las Chispas con el camino y transporte de todos los materiales, se requerirán de la rehabilitación de caminos internos, la rehabilitación de mina subterránea y se habilitarán las áreas de depósito de mineral extraído previo a su muestreo/comercialización de ser el caso.

Energía eléctrica

La empresa evalúa al menos dos opciones para abastecer de energía eléctrica al proyecto Ampliación 2 de Mina Las Chispas:

En primera instancia será abastecerse de energía eléctrica mediante un sistema de generadores (diesel) en el sitio, que incluye una red de distribución de energía a todas las áreas operativas con cinco generadores inventariados en la lista de insumos de esta solicitud.

A futuro se contempla de la instalación de un nuevo tendido eléctrico desde la localidad de Arizpe o Sinoquipe. La empresa evaluará una propuesta de la CFE sobre esta opción.

Suministro de agua

El agua para las operaciones mineras provendrá de algunos de los pozos actualmente activos en el Distrito de Riego y existentes en sitio los cuales tienen uso agropecuario, para lo cual se tendrá que negociar la compra de derechos con los representantes de este distrito de riego y solicitar el cambio para uso de agua industrial. Otras alternativas son el perforar y equipar un nuevo pozo en acuerdo con algún otro poseedor de derechos de agua o firmar un contrato con el ejido o comunidad quienes han expresado su deseo de negociar los derechos que mantienen para diferentes pozos en la zona de interés. Actualmente ya se realizan gestiones ante CONAGUA para determinar la mejor opción.

Pozos de monitoreo

Se contempla la ocupación de pozos de monitoreo que permitan evaluar las condiciones de disponibilidad de agua, así como los niveles de caracterización ambiental de los mismos.

II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento

La solicitud de Ampliación 2 de Mina Las Chispas se incorpora al tipo de proceso previamente descrito y autorizado en el Resolutivo No. DS-SG-UGA-IA-0341-19, con la variante que existirá superficie adicional de complemento a las operaciones solicitadas para las obras y servicios mineros de apoyo.

Actualmente las principales fases de operación son: minado, trituración, lixiviación, precipitación con zinc, flotación y fundición. Cabe destacar que una vez concluida la ingeniería a detalle del proyecto, los balances de masa, energía, insumos y datos del proveedor de los equipos, serán suministrados dentro del reporte de la Licencia Ambiental Unica del proyecto, una vez en operación.

En términos generales las operaciones mineras se describen como sigue:

En la etapa de minado subterráneo se utilizarán explosivos para la apertura y la fragmentación de la roca que será extraída. El minado genera dos tipos de materiales: el tepetate (material estéril sin valor) que se depositará sobre el terreno natural desmontado, conformando el terrero o apilamiento de tepetate, y el mineral que pasa a la etapa de trituración y posteriormente se deposita, mediante una banda transportadoras, sobre el área apilamiento de mineral y luego hacia los tanques de lixiviación.

El mineral depositado en el patio de lixiviación se riega con soluciones cianuradas (500 Mg/l de NaCN), lixiviando los valores de oro y plata, los cuales quedan en la solución hasta que por medio de polvo de zinc se logra su precipitación. El precipitado de zinc, que contiene los valores de oro y plata, se somete primeramente a secado y posteriormente pasa a fundición donde se producirá el doré y los residuos de escoria. De ser necesario, se lleva a cabo el proceso de flotación, actualmente en valoración de la ingeniería a detalle para el proyecto.

Todas las soluciones de proceso se mantendrán en un circuito cerrado y sobre áreas impermeabilizadas, lo que reduce sustancialmente la posibilidad de contaminación al entorno natural.

La descripción de obras, dimensionamiento de equipos y condiciones de operación prevalecen del Resolutivo arriba citado, siendo el caso que, de existir alguna modificación, será avisado previamente a la Autoridad, o presentado al término de la construcción en la Licencia Ambiental Unica (LAU) del proyecto.

La figura siguiente representa el diagrama de flujo general de las operaciones mineras del proyecto Ampliación 2 de Mina Las Chispas:

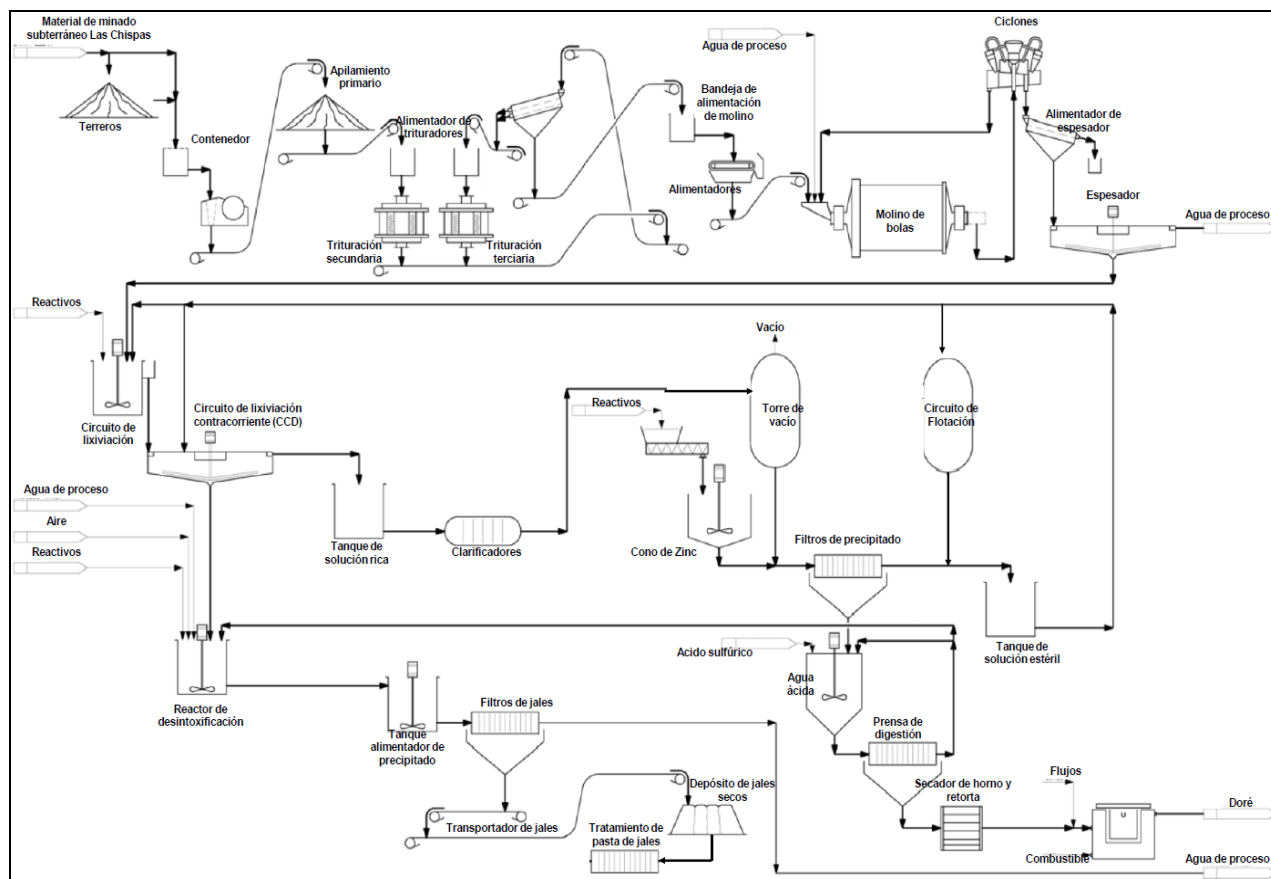


Figura II.10 Diagrama de flujo general de las operaciones mineras

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

Las labores encaminadas al abandono del proyecto en una etapa post-operación de Ampliación 2 de Mina Las Chispas 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 niveles de minado subterráneo y terreros;
- Estabilización física, lograda a través de la preparación de pendientes y de la aplicación de tierra y la revegetación;
- Monitoreo de aguas.

Por lo anterior, no se descarta la posibilidad que durante la operación, se lleven a cabo actividades paralelas de pruebas de generación de pasta de jales secos detoxificados, encaminados a la mezcla con material cementante que puedan rellenar algunas áreas de minado subterráneo con el propósito de estabilizar dichas áreas que quedarán en desuso. Es por ello que los aspectos principales (no únicos) a valorar serán:

- El potencial de generación de acidez del material resultante (jales secos)
- La vulnerabilidad del acuífero
- Aspectos ingenieriles como factores de sismicidad en sitio, que pudieran alterar los rellenos

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

- Actividades concurrentes: medidas implementadas durante la vida operativa del proyecto;
- Actividades finales 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 2 de Mina Las chispas, 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 Las chispas, en apego a la obra minera a la cual se encuentre asociada.

II.2.7 Utilización de sustancias químicas, combustibles y explosivos

Las sustancias y cantidades a utilizar para el proceso de beneficio, así como laboratorio de pruebas y desempeño se mantendrán en inventario y cantidades manifestadas previamente en el Resolutivo DS-SG-UGA-IA-0341-19.

Los tipos y cantidades de hidrocarburos a utilizar son los siguientes:

Tabla II.13 Lista de hidrocarburos a utilizar en las operaciones mineras

NOMBRE DE CADA INSUMO			Estado físico	Consumo anual	
COMERCIAL	QUIMICO	Número CAS		Cantidad	Unidad
Gasolina		8006-61-9	liquido	102,564.00	LT
Diesel - Quebradora	GASÓLEO	68334-30-5	liquido	736,040.91	LT
Diesel - MC Plant	GASÓLEO	68334-30-5	liquido	423,880.35	LT
Gas Propane LP - Fundicion	Mezcla Propano-Butano	74-98-6, 106-97-8, 75-08-1	liquido	141,648.00	LT

Los tipos y cantidades de explosivos a utilizar son:

Tabla II.14 Lista de explosivos a utilizar

NOMBRE DE CADA INSUMO			Estado físico	Consumo anual	
COMERCIAL	QUIMICO	Número CAS		Cantidad	Unidad
Anfo CA	Nitrato de amonio y diesel	6484-52-2, 68334-30-5	solido	900	TON
Magnafrac 3x8 caja de 25Kg	EMULSION SENSITIVA	6484-52-2, 7631-99-4	solido	554	C
Handy Detonante 12M			solido	257,400	PZA
Retardos 42 Metros			solido	960	PZA
Retardos 65 Metros			solido	451	PZA
Cañuela			solido	9,360	MT
Fulminantes			solido	9,360	PZA
Iniciadores			solido	9,360	PZA
Cordon Detonante			solido	46,800	MT
Magnafrac Power Split	EMULSION SENSITIVA	6484-52-2, 7631-99-4	SOLIDO	2	C
Handydet 15M	INICIADOR NO ELECTRICO	78-11-5, 13424-46-9	SOLIDO	8163	PZA
Unitronik 500 09-30			solido	319	PZA
Boster 16 LU 1LB 450 GMS			solido	178	TON

Al respecto, se cuenta con el permiso de explosivos de SEDENA mediante el oficio No.SM/1723 Exp. XVI/272.1/5131 Son.

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 de la mina Las Chispas será el tepetate o material estéril. Durante la explotación del yacimiento se producirá dos tipos de material: el material de alta ley (mineral) y el material que se desecha por su bajo o nulo contenido de oro y plata (tepetate o material estéril). El mineral será depositado en la lixiviación CCD para la extracción de los valores, mientras que el tepetate se depositará en el sitio destinado a terrero. Se estima que se generarán 3 millones de toneladas de material estéril en toda la vida de la mina.

Dada las condiciones de almacenamiento del material estéril en los 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.

Hasta el momento no existe evidencia que permita predecir de forma preliminar el potencial geoquímico de la roca para la producción o el consumo de ácido. Una vez que se concluya la ingeniería a detalle y de resultar condiciones distintas a lo señalado, se deberá notificar inmediatamente a la Autoridad y señalar las estrategias a seguir en su caso, para que determine lo conducente.

Para un mejor control de los escurrimientos en la zona del terrero se proyecta rellenar las rutas del drenaje principal con rocas, para permitir el flujo libre de agua de lluvia por la base del terrero, y construir bordos o bermas alrededor del terrero para dirigir los escurrimientos hacia las rutas naturales de drenaje.

Basura y residuos no-toxicos

Desde la etapa de preparación del sitio y construcción se generará diferentes tipos de residuos no peligrosos como son los 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 re-uso de estos residuos dentro de las instalaciones mineras o por parte de los pobladores cercanos. Los que no sean aprovechados serán depositados junto con la basura doméstica en el relleno sanitario del poblado de Arizpe, Sonora.

Otros residuos no tóxicos serán los desechos domésticos 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.

En la etapa de operación de la mina se generará basura de tipo doméstico y sanitario, así como también residuos de cartón, plástico, embalajes, papel, entre otros provenientes de todas las áreas de proceso.

Residuos Peligrosos

Los residuos potencialmente tóxicos o peligrosos que se espera se generen en las diferentes etapas del proceso productivo se describen enseguida. Una vez que se inicie la generación de estos residuos se realizarán las pruebas de caracterización de acuerdo a la norma NOM-053-SEMARNAT-1993, para evaluar su toxicidad y definir las prácticas adecuadas para su manejo y disposición final.

Lodos de proceso.

Estos residuos serán producto de la sedimentación de los lodos que se generarán en el filtro clarificador, los cuales se bombearán al proceso lixiviación en tanques CCD. El decantado se reintegra al proceso al enviarse a la pileta de solución de proceso, mientras que el precipitado se almacena en el fondo de la pileta hasta que se acumule una cantidad suficiente para su disposición final.

Escoria.

En el proceso de fundición del concentrado mineral se vacía en un molde la mezcla fundida que al solidificarse se separa en dos partes que son el doré y la escoria o desecho. El doré precipita en el fondo del molde y la escoria queda en la parte superior del mismo.

Residuos del limpiador de emisiones en fundición

Las emisiones del horno de fundición se pasarán por lavador de gases para eliminar las partículas y contaminantes antes de liberar estos gases a la atmósfera. Los residuos que serán colectados se dispondrán periódicamente en un confinamiento autorizado.

Aceite usado

Se generará aceite usado principalmente en el área del taller donde se dará mantenimiento al equipo pesado. El aceite usado se colectará en tanques de 500 litros de capacidad.

Cualquier excedente de aceite usado se entregará al proveedor de aceites nuevos, previo acuerdo con el mismo, y bajo los registros que exige SEMARNAT en estos casos.

Otros productos de desecho como suelo contaminado, filtros, estopas, basura industrial.

Todo derrame de hidrocarburos será limpiado, colectando los líquidos y excavando y removiendo todo el suelo contaminado. Los residuos serán dispuestos en contenedores y tratados in situ o enviados a confinamientos externos, según se acuerde con SEMARNAT. Todo el material impregnado de hidrocarburos como estopas, filtros, papel, etc. Será dispuesto adecuadamente en contenedores tapados hasta su disposición final o tratamiento según se acuerde con las autoridades.

Otros desechos que serán generados en pequeñas cantidades son los residuos del laboratorio. Estos serán dispuestos de acuerdo a la normatividad aplicable.

Empaques y embalajes de sustancias tóxicas

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 re-usar en las operaciones, disponer o destruir adecuadamente en el sitio, siempre y cuando sea acordado con las autoridades correspondientes.

La siguiente tabla describe los principales residuos peligrosos que se pueden generar durante la etapa de operación de la mina Las Chispas.

Tabla II.15 Residuos peligrosos ha generar en la Ampliación 2 de Mina Las Chispas

NOMBRE DEL RESIDUO	CARACTERÍSTICAS CRETIB	PROCESO O ETAPA EN LA QUE SE GENERA	SITIO DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL	USO O SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL
Lodos de proceso	Tóxicos	Clarificación-proceso Merrill-Crowe	Pileta de solución pobre	Se reincorporará al proceso
Aceite industrial para automotores (usado)	Inflamable/ tóxicos	Utilización de los vehículos automotores, maquinaria y equipo generador de energía	Almacén de aceites	Se regresará a proveedor de aceite nuevo.
Filtros, estopas y otros materiales impregnados de HC	Inflamables/ tóxicos	Mantenimiento de maquinaria y equipo en general.	Almacén de residuos peligrosos.	Centro de acopio autorizado para manejo de residuos peligrosos
Empaques y embalajes impregnados de sustancias tóxicas	Tóxicos y/o corrosivos	Proceso de lixiviación y planta Merrill-Crowe, laboratorio.	Almacén de residuos peligrosos.	Se retornarán a proveedores y/o se re-utilizarán o destruirán en el sitio, según acuerdo con SEMARNAT
Residuos del filtro de emisiones de fundición	Tóxico	Horno de fundición	Almacén de residuos peligrosos	Centro de acopio autorizado para manejo de residuos peligrosos
Escoria	Se caracterizará	Fundición	Área de proceso	Se re-incorporará al proceso
Residuos de laboratorio (copelas, recipientes vacíos, etc.)	Tóxicos	Operación del laboratorio metalúrgico	Almacén de residuos peligroso	Centro de acopio autorizado

Agua residual

No se presentarán descargas de agua o líquidos en ninguna fase del proceso industrial ya que las soluciones de proceso se mantendrán en recirculación en el sistema de patio, planta y piletas de proceso. Todas estas instalaciones estarán sobre terreno impermeabilizado y con capacidad para contener el 100 % de las soluciones de proceso y eventos extraordinarios de lluvia.

Las únicas descargas de agua residual serán las aguas de servicio de las áreas de oficinas, taller y otras áreas operativas donde se instalarán servicios sanitarios. Las aguas negras serán captadas en fosas sépticas adecuadamente diseñadas cuyo efluente ya tratado será descargado en redes de tubería o pozos de infiltración. Tomando como base un factor promedio de 50 litros de agua residual que se genera por persona, por día, se estima que en la fase de operación de la mina se producirá un promedio de 3 m³ de agua de servicio, por 60 empleados al día.

No se ha realizado a la fecha un estudio geohidrológico para saber si se requerirá un plan de desagüe. Aparentemente las obras subterráneas producto de la minería histórica han almacenado agua de lluvia, pero se desconoce cual será el comportamiento del sistema geohidrológico durante la etapa de explotación y sobre todo, en el largo plazo. Por lo tanto, no se sabe si se presentarán descargas de agua de la zona. Una vez que la ingeniería a detalle arroje datos al respecto, se deberá notificar inmediatamente a la Autoridad y señalar las estrategias a seguir en su caso, para que determine lo conducente

Emisiones a la atmósfera

Las principales emisiones a la atmósfera serán partículas suspendidas y gases provenientes de diferentes fuentes, como se describe enseguida:

Partículas suspendidas

Las partículas suspendidas 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. También la acción erosiva del viento en áreas desprovistas de la vegetación será otra fuente de polvos fugitivos.

Para el control de polvo de las fuentes mencionadas se aplicarán riego de agua a presión, utilizando carro-tanques, de caminos y áreas de maniobras. El uso de sustancias paliativas para la supresión del polvo será evaluado si es necesario.

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.

Para controlar las emisiones en la planta de trituración se utilizarán un sistema de aspersión de agua en puntos estratégicos de las instalaciones.

Gases de HCN

Dado que el mineral en los tanques de lixiviación se hará con soluciones de cianuro, se pueden formar gases de ácido cianhídrico, lo cual es muy poco probable ya que al mantener un pH alto (>10.5) en las soluciones de proceso, se inhibe la formación del HCN, además la concentración de cianuro en solución se mantendrá lo mas bajo posible (500 ppm).

Gases de combustión (NOx, partículas, metales)

El horno de fundición producirá emisiones a la atmósfera de gases que hay que controlar en esta etapa del proceso. Los gases del horno de fundición pasarán por un lavador de gases para remover partícula antes de liberarse a la atmósfera. Por el uso de gas como combustible, los principales contaminantes serían las partículas, trazas de metales y los óxidos de nitrógeno. Se espera que el lavador de gases elimine hasta gran parte de las impurezas de los gases antes de ser descargados a la atmósfera.

Otras fuentes de emisiones a la atmósfera serán los generadores a diésel y los vehículos.

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

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.

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.

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:

El proyecto no está catalogado dentro de actividades altamente riesgosas. 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 eliminará 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.

CONTENIDO

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACIÓN DE USO DE SUELO.....1

III.1. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET).....1	1
III.1.1. Ordenamiento General del Territorio.....1	1
III.1.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sonora.....4	4
III.1.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Municipal.....9	9
III.2. ÁREA NATURAL PROTEGIDA (ANP) 9	9
III.2.1. Áreas Naturales Protegidas (ANP) de competencia Federal.....11	11
III.2.2 Áreas Naturales Protegidas de Competencia Estatal.....11	11
III.2.3. Regiones prioritarias en conservación 12	12
III.2.3.1 Regiones Hidrológicas Prioritarias 12	12
III.2.3.2 Áreas Terrestres Prioritarias.....13	13
III.2.3.3 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS). 14	14
III.2.3.4 Regiones Marinas prioritarias (RMP's).....15	15
III.2.3.5. Humedales Mexicanos de Importancia Federal Sitos RAMSAR 16	16
III.3. PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO MUNICIPALES.....17	17
III.3.1. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 17	17
III.3.2. Plan Estatal de Desarrollo de Sonora 2016-2021.....20	20
III.3.3. Plan Municipal de Desarrollo de Arizpe, Sonora, 2019-2021. 22	22
III.4. NORMAS OFICIALES MEXICANAS.....22	22
III.5. OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR.....25	25
III.5.1. Constitución Política de los Estados Unidos 25	25
III.5.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento 27	27
Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental 29	29
III.5.3. Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento 30	30
III.5.4. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento 31	31
Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 32	32
III.5.5. Ley General de Vida Silvestre.....33	33
III.5.6. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento.....34	34
Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 35	35
III.5.7. Ley Federal de Derechos 36	36

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

III.1. Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET)

III.1.1. Ordenamiento General del Territorio

El Ordenamiento Ecológico General territorial tiene como objetivo regular e inducir el uso racional del suelo y el desarrollo de las actividades productivas, para lograr la protección y conservación de los recursos naturales. Bajo este contexto, 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.

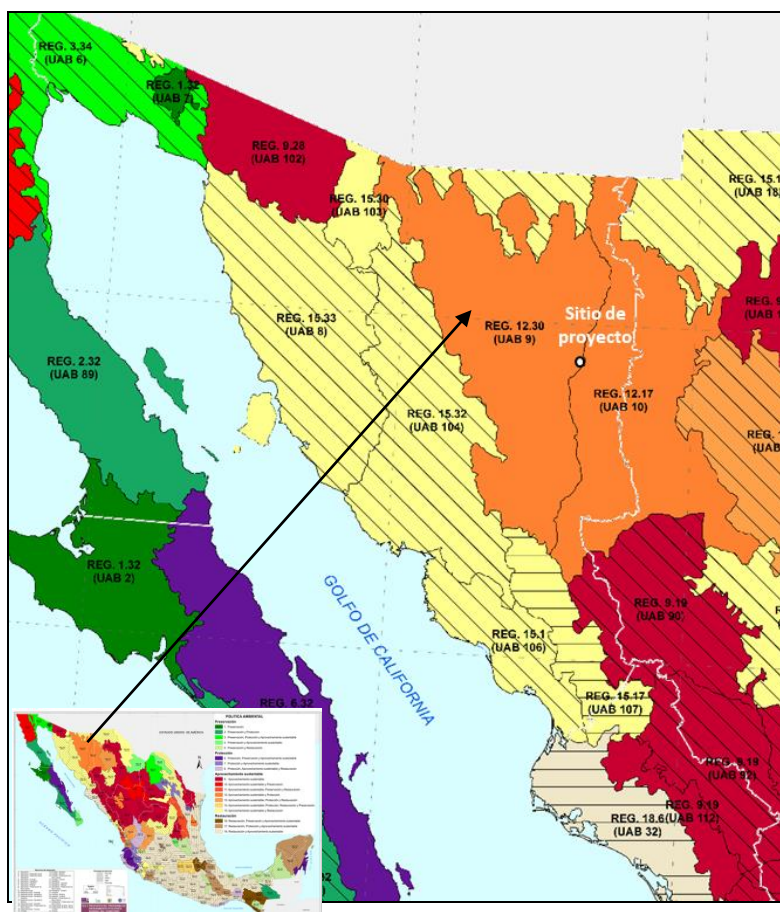


Figura III.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).

A Lo anterior con fundamento en el artículo 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico. La propuesta del programa de ordenamiento ecológico está integrada por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria), 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.

Este ordenamiento 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.

El POEGT promueve un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre los sectores a quienes está dirigido este Programa lo cual que permite generar sinergias y propiciar un desarrollo sustentable en cada una de las regiones ecológicas identificadas en el territorio nacional.

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

- REGION ECOLOGICA: 12.30
- Unidades Ambientales Biofísicas que la componen:
- UAB No. 9. Sierras y Valles del Norte

Por su escala y alcance, el POEGT no tiene por 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 vigente. 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.

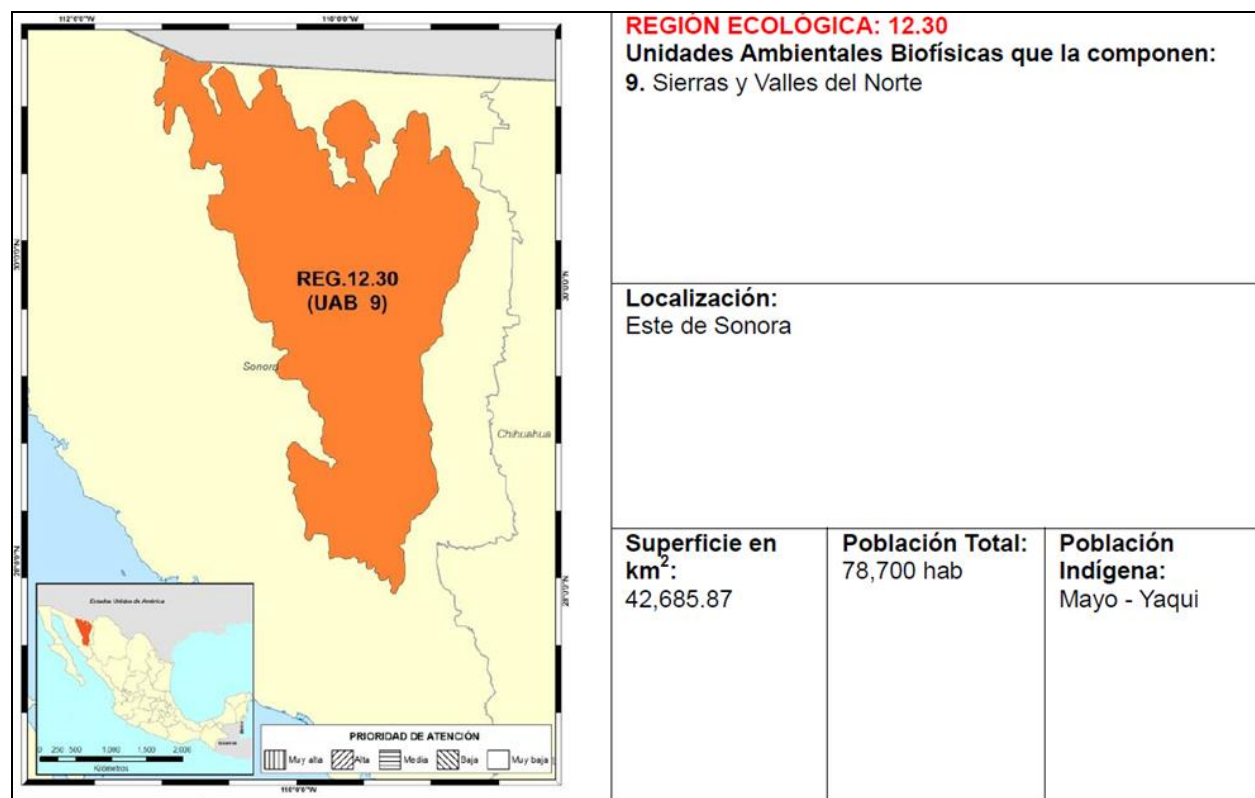


Figura III.2. Región ecológica del proyecto.

Muy baja superficie de ANP's. Baja degradación de los Suelos. Baja degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es muy baja. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km²): Muy baja. El uso de suelo es de Otro tipo de vegetación, Forestal y Pecuario. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 58.8. Muy baja marginación social. Medio 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. Bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola con fines comerciales. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.

Tabla III.1. Ficha técnica de la unidad ambiental en la que se ubica el proyecto.

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
9	Minería - Preservación de Flora y Fauna	Forestal	Ganadería	Industria	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 28, 29, 31, 33, 37, 42, 43, 44
Estrategias. UAB 9					
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. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.			
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					
C) Agua y Saneamiento		28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.			
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional		31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.			
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. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.			
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional					
A) Marco Jurídico		42. Asegurar 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			

III.1.2. 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.

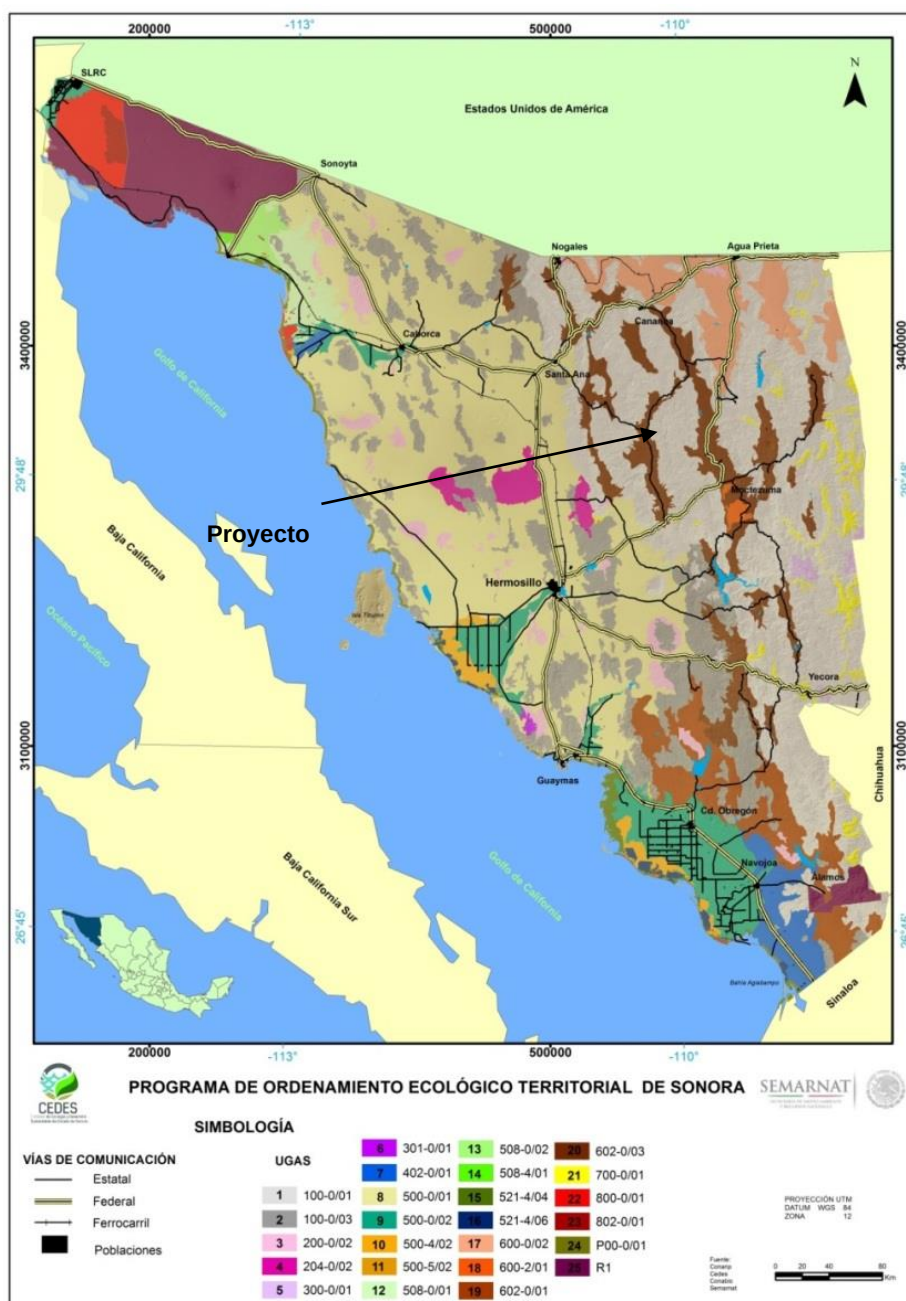


Figura III.3. Mapa de unidades de Gestión Ambiental (UGA del estado de Sonora basado en sistemas de topoformas).

En apego a lo anterior, el proyecto se localiza en dos políticas correspondientes a la UGA's 100-0/01 y 602-0/03.

La **unidad de gestión ambiental 100-0/01** está representada en sí como sierra definiéndose como una línea de montañas con altitud mayor a 600 msnm. Esta unidad es la segunda más extensa del territorio sonorense y conforma una especie de matriz de la Provincia III Sierra Madre Occidental. Los Terrenos tienen pendiente abrupta, generalmente con suelos delgados o roca aflorante, en altitud mayor de 600 msnm y tiene los climas menos extremos del estado. Entre los elementos biológicos asociados predominan los ecosistemas de bosques templados, bosques secos, dulceacuícolas, y pastizales, de hecho, existen propuestas de áreas importantes para la conservación de ecosistemas de bosque templado combinados con dulceacuícolas en el Río Bavispe. Esta UGA tiene varias áreas con aptitud minera alta, pero también tiene otras opciones, la piscicultura de especies de aguas templadas y cálidas. Otra opción para esta UGA es la cacería cuyas especies cinegéticas más importantes son venado cola blanca, guajolote silvestre y otras aves residentes; la ganadería extensiva. La actividad forestal no maderable. El turismo alternativo de aventura y cultural es otra opción debido a la cercanía a sitios con aptitud turística tradicional. Entre los elementos biológicos asociados predominan los ecosistemas de bosques templados, bosques secos, dulceacuícolas, y pastizales, de hecho, existen propuestas de áreas importantes para la conservación de ecosistemas de bosque templado combinados con dulceacuícolas en el Río Bavispe. Esta UGA tiene varias áreas con aptitud minera alta, pero también tiene otras opciones, la piscicultura de especies de aguas templadas y cálidas. Otra opción para esta UGA es la cacería cuyas especies cinegéticas más importantes son venado cola blanca, guajolote silvestre y otras aves residentes; la ganadería extensiva. La actividad forestal no maderable. El turismo alternativo de aventura y cultural es otra opción debido a la cercanía a sitios con aptitud turística tradicional.

La siguiente unidad de gestión ambiental que se encuentra en el sitio de proyecto corresponde a la **Unidad de Gestión 602-0/03** definiéndose en sí como un valle “una depresión alargada e inclinada hacia el mar o una cuenca endorreica, generalmente ocupada por un río” (INEGI 2000). Cuando se encuentra entre dos cadenas montañosas y existen varios conjuntos de lomas se le denomina valle intermontano con lomerío. Esta unidad se encuentra representada en la Subprovincia 8 Sierras y llanuras Sonorenses de la Provincia II Llanura sonorense, con una superficie de 36,453 ha, y especialmente en la Provincia III Sierra Madre Occidental, en las Subprovincias 9 Sierras y valles del norte, con 740,601 ha, Subprovincia 10 Sierras y cañadas del norte, en 162,388 ha, y en la Subprovincia 12 Pie de la Sierra en 205,472 ha, que suman 1’144,914 ha. Consiste en terrenos con pendientes moderadas, suelos de profundidad variable y asociados a sistemas fluviales, afluentes del Concepción, los Alisos y Cocóspera, afluentes del Sonora, Río Sonora y San Miguel, Río Yaqui, Moctezuma, Bavispe, Papigochic. El clima es cálido.

Desde el punto de vista biológico es la unidad de gestión ambiental donde se encuentran los ecosistemas dulceacuícolas importantes; sin embargo, se seleccionaron solamente los del Río Bavispe porque están mejor conservados.

Entre las actividades que se realizan en esta UGA predomina la agricultura de riego en URDERALES, ganadería extensiva, actividad cinegética con venado cola blanca, jabalí y liebres, y aves residentes, y la minería, metálica y no metálica.

Los posibles conflictos en esta UGA están relacionados con las interacciones entre la minería con la ganadería extensiva y la actividad cinegética, pero al igual que la UGA 602-0/03, es posible establecer negociaciones para mitigar los efectos de la minería sobre ellos.

Los posibles conflictos en el área están relacionados con la minería, una de las actividades más rentables en la comparación con otras actividades, y el turismo alternativo de aventura por las actividades de construcción que podrían sustituir y/o generar externalidades de otras actividades.

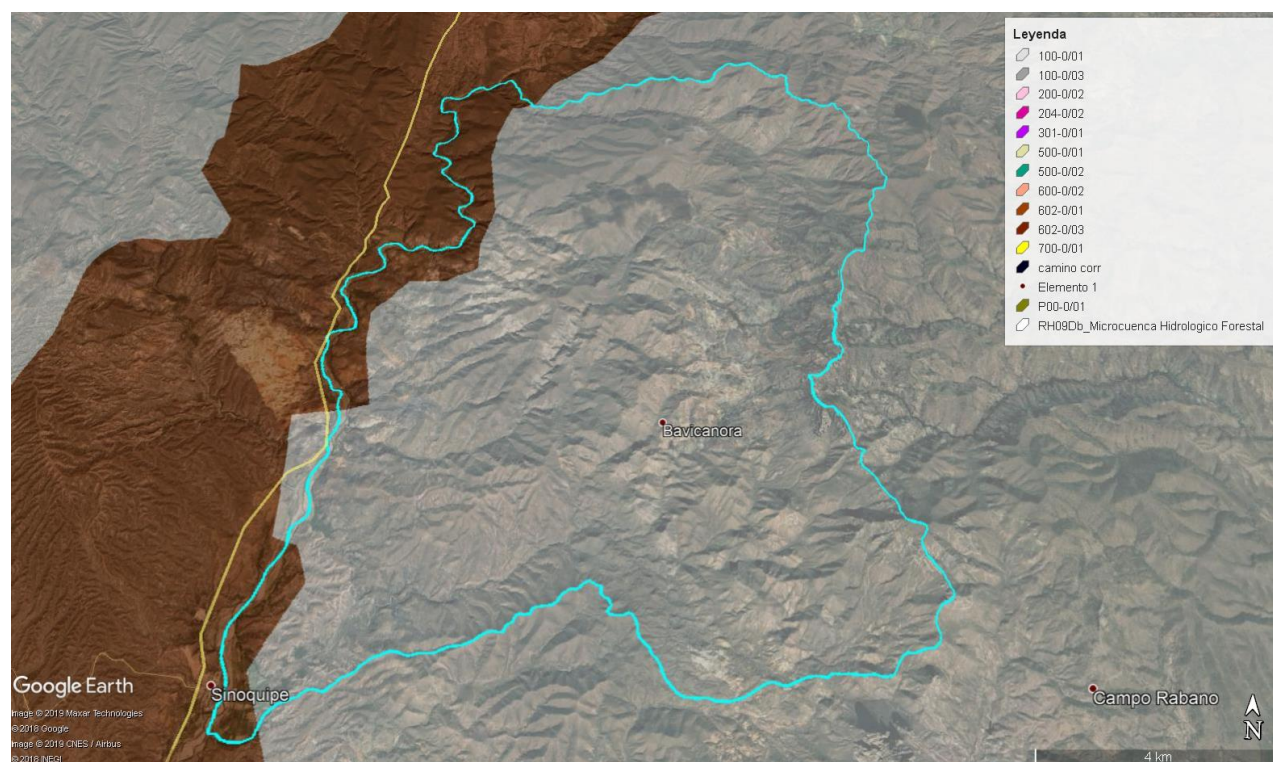


Figura III.4. Ubicación del sitio del proyecto en referencia a la UGA 100-0/01 y 602-0/03.

Según el artículo 3 Fracción II del mismo reglamento, el análisis de aptitud es un procedimiento que involucra la selección de alternativas de uso del territorio entre los que incluyen el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales y la conservación de ecosistemas y la biodiversidad, a partir de los atributos ambientales en el área de estudio” (SEMARNAT 2003).

Actualmente la evaluación de la aptitud se realiza a partir de técnicas multicriterio y multidecisión basadas en la aplicación de algoritmos a información georeferenciada, a través de las cuales se obtienen mapas de aptitud continuos. Un componente crítico de análisis de aptitud es la definición de los atributos y la obtención de información que representa espacialmente. Los atributos son elementos por de los cuales se evalúan las alternativas en un problema de decisión.

Tabla III.2. Lineamientos, criterios y estrategias ecológicas para la Unidad de Gestión Ambiental UGA 100-0/01 y UGA 602-0/03 colindante.

UGA	SUP. EN SITIO DE PROYECTO	APTITUD	LINEAMIENTO ECOLOGICO	CRITERIOS DE REGULARIZACIÓN ECOLÓGICA	ESTRATEGIA ECOLÓGICA
100-0/01	80.60%	A3 A4 B3 C2 C3 C5 C7 D1 D2 D3 F1 F2 G1 M T3	Aprovechamiento sustentable de la Piscicultura; agricultura de temporal; cacería de especies de bosque; conservación de ecosistemas dulceacuicolas, bosques secos y templados; forestal maderable y no maderable; ganadería extensiva; mienría y turismo aventura.	CRE-07; CRE-08, CRE-17, CRE-18, CRE-19, CRE-20, CRE-24, CRE-28, CRE-29, CRE-30, CRE-31, CRE-06, CRE-25, CRE-27	A1; CX; D1, D2, D3; F1, F2, M; T3
602-0/03	19.40%	A3 B2 C2 C5 D1 D4 F2 G1 MT3	Aprovechamiento sustentable de la Piscicultura de agua cálidas; agricultura en Urdeale; cacería de especies del desierto; forestal no maderable; ganadería estabulada, minería y turismo aventura.	CRE-07; CRE-06, CRE-17, CRE-19	A3; B2; CX; D1, D4; F2, G1; M, T3

Los **Criterios de Regulación Ecológica (CRE)** son aspectos generales o específicos que norman los diversos usos del suelo en el AOE, y pueden operar de manera específica en las distintas UGAs (SEMARNAT 2006). Su finalidad es establecer condicionantes ambientales para que todo proyecto o actividad que se desarrolle en el territorio cumpla con el objetivo de proteger, preservar, restaurar y aprovechar sustentablemente los recursos naturales, previniendo o minimizando los posibles impactos ambientales de las obras o actividades. Otra finalidad de los CRE es establecer las reglas de conducta que permitan reducir los conflictos ambientales, ya que estos cuentan con un fundamento legal en leyes, reglamentos o normas. En el caso de que se detecte un vacío legal, los CRE hacen recomendaciones para establecer acuerdos entre los sectores involucrados.

Una estrategia ecológica es “la integración de los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigida al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el Área de Ordenamiento Ecológico” (SEMARNAT 2003). Se basan en la identificación de las causas que amenazan con la sustentabilidad de las actividades sectoriales. Estas causas pueden incluir desde el nivel de conocimiento del potencial que tiene un sector para llevar a cabo sus actividades, la existencia de un marco legal propicio para el desarrollo de la actividad, la existencia de una visión estratégica sectorial, la efectividad en la operación de la actividad y la imagen que proyecta el sector en la sociedad.

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.

III.1.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Municipal

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

III.2. Área Natural Protegida (ANP)

En el presente apartado se analizó el Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2007-2012, así como el Sistema Nacional de Áreas naturales Protegidas, el Programa de Regiones Prioritarias de la CONABIO (Regiones Terrestres Prioritarias, Regiones Hidrológicas Prioritarias) y las Áreas de importancia para la Conservación de las Aves más cercanos al Proyecto.

En congruencia con las estrategias definidas en el Plan Nacional de Desarrollo para el Eje de Sustentabilidad Ambiental y acorde con los objetivos del Programa Sectorial, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas ha construido el presente Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2007-2012. De acuerdo con lo establecido en el Artículo 3 fracción II de la LGEEPA, se define que las Áreas Naturales Protegidas son... “Las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas, y están sujetas al régimen previsto en la presente Ley”.

Por otra parte, y de acuerdo con el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Áreas Naturales Protegidas, en su Artículo 80 determina que la Secretaría determinará los límites de cambio aceptable o capacidad de carga de los usos y aprovechamientos permitidos dentro de las ANP's. Asimismo, en los Artículos 81 al 85 se establecen los tipos de aprovechamientos y usos permitidos dentro de dichas ANP's; en tal sentido las obras o actividades a desarrollarse dentro de cualquier Área Natural Protegida quedará regulada por los artículos anteriormente citados.

Sobre el territorio estatal de Sonora existen 1'527,281 has bajo alguna categoría de protección, que equivalen al 8.5% del territorio estatal. Además, existen 4'339,572 ha propuestas de áreas protegidas federales y estatales, que en caso de ser aprobadas incrementarían la cobertura a 5,866.853 ha (32.5% de la superficie total del estado).

El proyecto se encuentra totalmente fuera de alguna área de conservación con decreto, por tal motivo el proyecto no limita ni condiciona las políticas de regulación y control encaminadas al desarrollo de dichas áreas del proyecto solicitado.

La ubicación del sitio solicitado para el proyecto presente en la siguiente tabla muestra las distancias respecto a las áreas de conservación:

Tabla III.3. Distancia del proyecto respecto a las áreas de conservación:

Áreas de conservación	Distancia más cercana (km)
Áreas Naturales Protegidas (ANP) de competencia Federal.	43 km al Este
Áreas Naturales Protegidas de Competencia Estatal.	113.5 km al Sur
Regiones Hidrológicas Prioritarias	57.5 km al Este
Áreas Terrestres Prioritarias	39 km al Este
Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).	0 km dentro de una AICA

III.2.1. Áreas Naturales Protegidas (ANP) de competencia Federal

El proyecto queda a 43 km al Este del Área Natural Protegida de competencia federal llamada Sierra de Ajos-Bavispe, según referencia de CONABIO. El proyecto no interviene con dicha Reserva, manifestándolo de esa manera para la presente solicitud y quedando sujeto a la regulación aplicable en caso de desmonte.

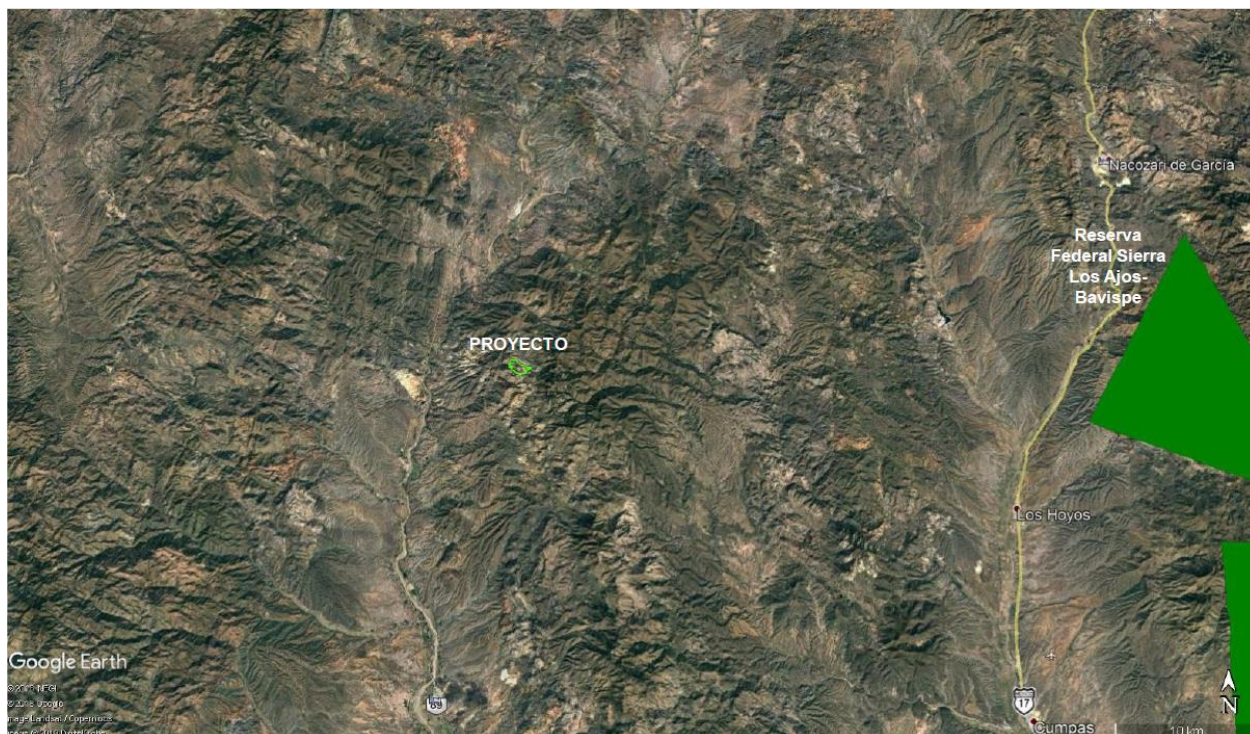


Figura III.5. Ubicación del proyecto y áreas naturales protegidas del Estado de Sonora.

III.2.2 Áreas Naturales Protegidas de Competencia Estatal.

El proyecto queda totalmente fuera de alguna Área Natural protegida de jurisdicción Estatal. La Reserva estatal más cercana se localiza a poco más de 113.5 km al Sur, en el municipio de Hermosillo, llamado Sistema de Presas Abelardo L. Rodríguez-El Molinito. El proyecto minero no interferirá con dicha Reserva.



Figura III.6. Ubicación del proyecto y áreas naturales protegidas del Estado de Sonora.

III.2.3. Regiones prioritarias en conservación

III.2.3.1 Regiones Hidrológicas Prioritarias

En septiembre 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 biodiversidad¹.

¹ 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.

El proyecto queda totalmente fuera de alguna RHP y la más cercana se ubica a 57.5 km al Este, llamada Región Hidrológica Prioritaria #16 Río Sonora-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. El proyecto no interfiere con dicha región.

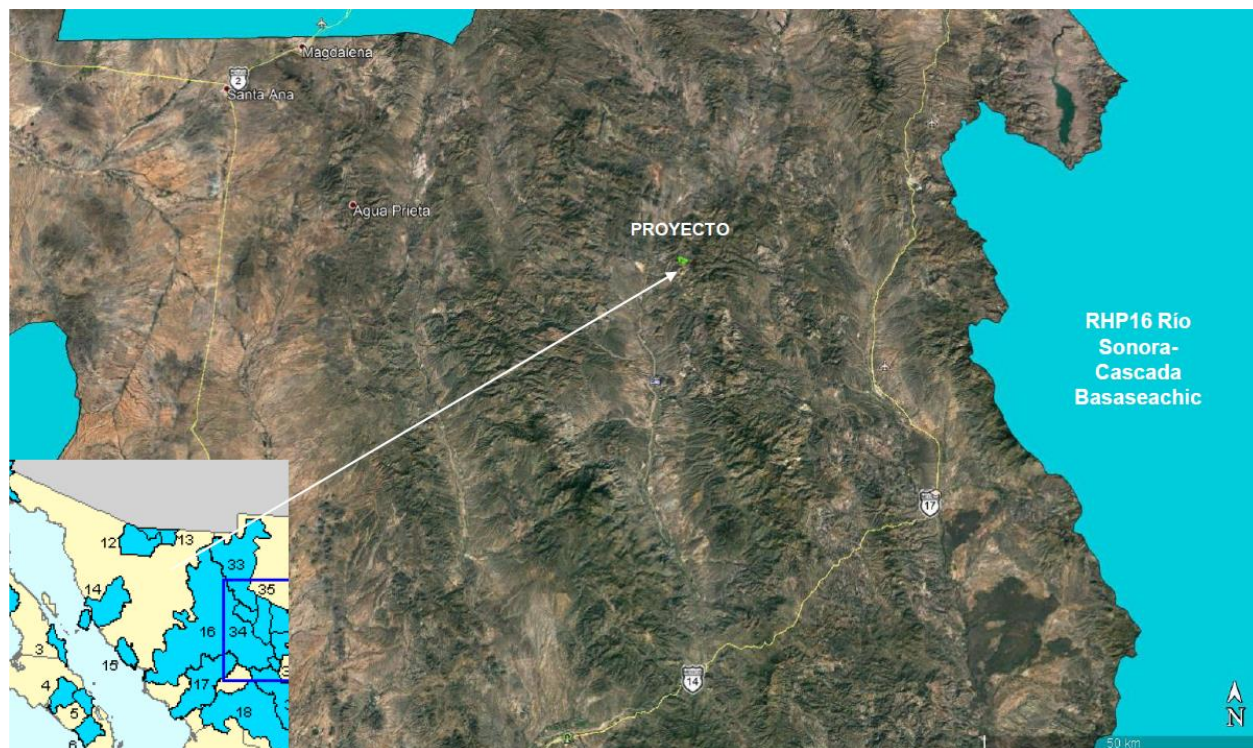


Figura III.7. Localización del proyecto y las regiones hidrológicas prioritarias en el Noroeste de México.

III.2.3.2 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 septiembren 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 se encuentra totalmente fuera de alguna región terrestre prioritaria². Las RTP más cercana se ubica a 39 km al Este llamada RTP-44 llamada Bavispe-El Tigre, de acuerdo a la siguiente figura:



Figura III.8. Localización del proyecto y las regiones terrestres prioritarias en el Noroeste de México.

III.2.3.3 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.

² 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.

El proyecto se encuentra dentro de una región de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)³. Se trata del AICA No.38 llamada Siera Madre Occidental de acuerdo a la siguiente figura:

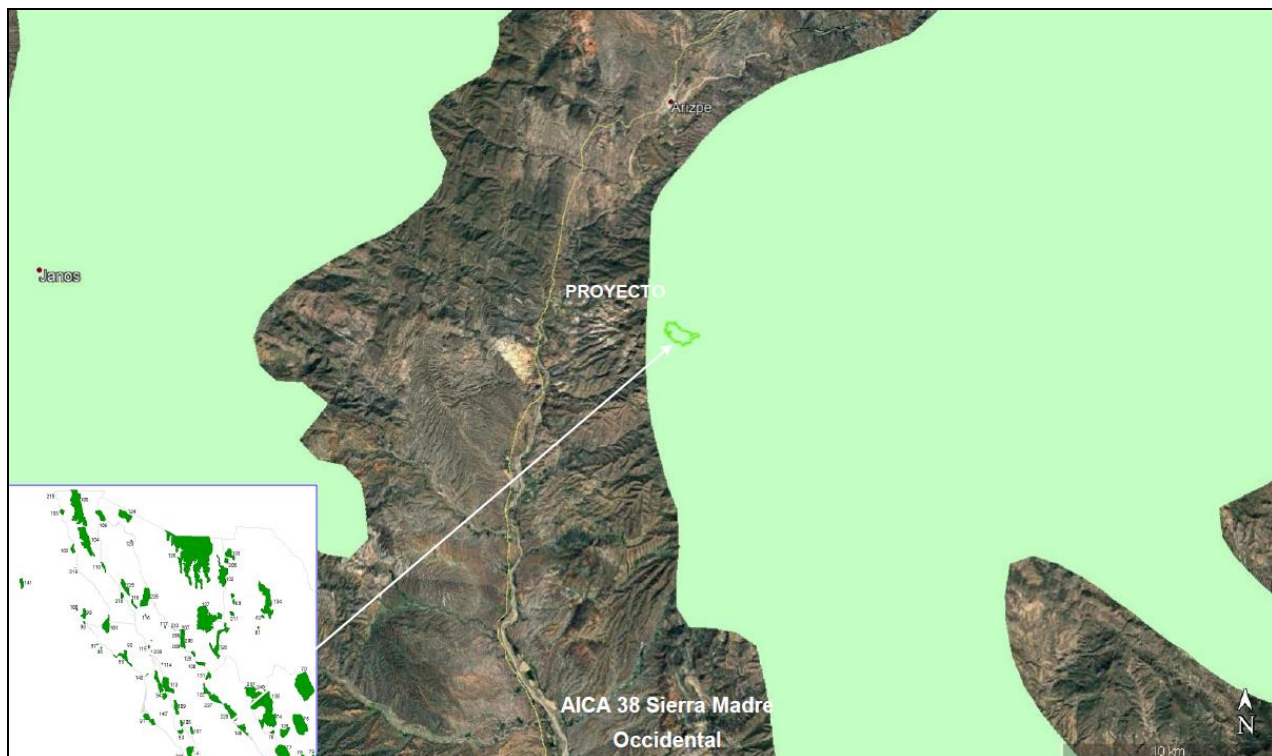


Figura III.10 Ubicación del proyecto y áreas de importancia para la conservación de las aves en el Noroeste de México.

III.2.3.4 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.⁴ 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.

³ 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.

⁴ 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.



Figura III.10. Localización del proyecto y las regiones marinas prioritarias en México

III.2.3.5. Humedales Mexicanos de Importancia Federal Sitos RAMSAR

Los Humedales de Importancia Internacional, mejor conocidos como Sitios RAMSAR, son áreas que han sido reconocidas internacionalmente al asignarles una designación de acuerdo a los criterios establecidos por la “Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas” (Convención Ramsar), tratado internacional del que México es parte. Ésta Convención fue celebrada en la ciudad de Ramsar, Irán el 2 de febrero de 1971.

El proyecto se ubica totalmente fuera de alguna Área de Importancia de sitio RAMSAR. El área más cercana es Laguna Bavicora clave 1762, la cual está a más de 126 Km hacia el sureste en línea recta del área del proyecto, por lo que el proyecto no interferirá en ninguna forma con las políticas y planes de la misma.

III.3. Planes y Programas de Desarrollo Urbano Municipales.

III.3.1. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 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 compaginen con los programas anuales de ejecución que emanan de éste.

Las cinco Metas Nacionales que fueron diseñadas para responder a cada uno de los grupos de barreras, asimismo, los indicadores para dar seguimiento a cada una de ellas, no se presentan 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:

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 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.

Meta 4 “México prospero”

Un México Próspero buscará elevar la productividad del país como medio para incrementar el crecimiento potencial de la economía y así el bienestar de las familias. Para ello se implementará una estrategia en diversos ámbitos de acción, con miras a consolidar la estabilidad macroeconómica, promover el uso eficiente de los recursos productivos, fortalecer el ambiente de negocios y establecer políticas sectoriales y regionales para impulsar el desarrollo.

Diagnóstico de las oportunidades mencionadas en la meta “IV, México Prospero relacionadas con el proyecto.

Empleo

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece que toda persona tiene derecho al trabajo digno y socialmente útil. A pesar de que hoy en día la tasa de desocupación es baja, es necesario consolidar esfuerzos para aumentar la productividad laboral y otorgar mayor dignidad a los salarios que percibe la población.

Resulta impostergable impulsar políticas públicas que propicien la generación de empleos y de empresas formales, para brindar certidumbre a los trabajadores en el acceso a los mecanismos de previsión social. Asimismo, reducir los costos que enfrentan las empresas al emplear a trabajadores formales, permitiría aprovechar a plenitud el potencial de la fuerza laboral.

Considerando lo descrito anteriormente se puede determinar que el desarrollo del proyecto se considera viable para la meta cuatro de un “México Prospero” impulsando la económica local y estatal, así como la generación de fuentes de empleo directos e indirectos, elevando la demanda de bienes y servicios en la región, incentivando la oferta y la demanda en apoyo a las comunidades cercanas al proyecto.

Desarrollo sustentable

Hoy, existe un reconocimiento por parte de la sociedad acerca de que la conservación del capital natural y sus bienes y servicios ambientales, son un elemento clave para el desarrollo de los países y el nivel de bienestar de la población. En este sentido, México ha demostrado un gran compromiso con la agenda internacional de medio ambiente y desarrollo sustentable. No obstante, el crecimiento económico del país sigue estrechamente vinculado a la emisión de compuestos de efecto invernadero, generación excesiva de residuos sólidos, contaminantes a la atmósfera, aguas residuales no tratadas y pérdida de bosques y selvas. Ello implica retos importantes para propiciar el crecimiento y el desarrollo económico, a la vez asegurar que los recursos naturales continúen proporcionando los servicios ambientales de los cuales depende nuestro bienestar.

Con respecto del proyecto, éste se ubica en el estado de Sonora en la localidad de Arizpe. El proyecto representa una importante fuente de generación de empleos, aspecto que vincula al proyecto de forma directa a la Meta IV. Un México prospero del PND. En cuanto al tema de Desarrollo Sustentable del PND, Minera La Lllamarada S.A. de C.V., consciente de la situación ambiental en el país y en el mundo, se apegará al cumplimiento normativo ambiental a este proyecto.

III.3.2. 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, que proponen hacer de México y del estado de Sonora, una sociedad en la cual todas las personas tengan acceso efectivo a los derechos que otorga la Constitución.

Los ejes estratégicos que rigen el PED son:

- Eje Estratégico 1. Sonora en Paz y Tranquilidad; “Gobierno garante del estado de derecho, la seguridad y la paz social.
- Eje Estratégico 2. Sonora y Ciudades con calidad de vida, “Gobierno generador de la infraestructura para la calidad de vida y competitividad sostenible y sustentable”.
- Eje Estratégico 3. Economía y futuro; “Gobierno impulsor de las potencialidades regionales y sectores emergentes”.
- Eje Estratégico 4. Todos los sonorenses todas las oportunidades; “Gobierno promotor del desarrollo y equilibrio social”.



Figura III.12. Alineación del PED 2016-2021 al PND 2013-2018.

Dentro de los Objetivos Estratégicos del PED, a continuación se listan los que se vinculan de forma directa con el Proyecto:

Dentro de los Objetivos Estratégicos del PED, a continuación se listan los que se vinculan de forma directa con el Proyecto:

El PED plantea dentro de sus principios la Sustentabilidad en donde se pretende respetar, proteger y preservar el medio ambiente y el patrimonio histórico y cultural del estado, privilegiando la responsabilidad social, el orden en el desarrollo urbano, la obra verde, la arquitectura sostenible, el uso de energías alternativas, la reducción, la reutilización y el reciclaje.

Eje estratégico 2: “Sonora y ciudades con calidad de vida: Gobierno generador de la infraestructura para la calidad de vida y competitividad sostenible y sustentable”, de donde se desprenden estrategias:

1.2.4. Diseñar e implementar instrumentos que promuevan el uso y explotación responsable de los recursos naturales y aprovechamiento de fuentes alternativos de energía para mejorar el funcionamiento de las ciudades, así como generar un bienestar social y competitividad económica con la vocación de las localidades urbanas y rurales, respetando el medio ambiente.

Este plan estatal de desarrollo se plantea una serie de “retos” los cuales procuran favorecer el desarrollo sustentable y sostenible de localidades urbanas y rurales con infraestructura de calidad con respecto al equilibrio ambiental con líneas de acción:

- 2.1.4. Promover proyectos estratégicos sustentables y sostenibles en localidades urbanas y rurales.
- 2.2.2 Potencializar las inversiones en infraestructura a través de nuevos mecanismos de financiamiento y buenas prácticas, aprovechando experiencias exitosas nacionales e internacionales.

Para los efectos del desarrollo del proyecto se considera la estrategia:

- 4.1: La cual habla de promover a Sonora como destino de inversión minera sustentable aplicando líneas de acción como la 4.1.3 la cual menciona la necesidad de apoyar actividades de exploración para la identificación de yacimientos en tierras raras y minerales no metálicos.
- 4.7: Establece el vigilar que se cumpla la normatividad institucional para el sector y mejorar los procesos de atención a los trámites relacionados con las concesiones mineras.
- 4.8: Menciona la necesidad de promover el fortalecimiento del desarrollo sustentable en las regiones directamente impactadas por la actividad minera.

Las estrategias y líneas de acción planteadas por el Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021 determinan la factibilidad del desarrollo del Proyecto para continuar la operatividad de mina Las Chispas, al lograrse su ampliación.

El Proyecto comparte los principios del Plan Estatal de Desarrollo en función de la sustentabilidad, así como de la generación de empleos directos e indirectos, el incremento de la economía de la región; la educación y culturalización de las buenas prácticas en función de una mejor administración y aprovechamiento de los recursos naturales.

La vinculación del Proyecto con este Plan Estatal de Desarrollo, es la generación de fuentes de empleo, además el proyecto se sujetara al cumplimiento adecuado de la normatividad vigente y el cuidado al medio ambiente.

III.3.3. Plan Municipal de Desarrollo de Arizpe, Sonora, 2019-2021.

El Plan de Desarrollo Municipal para el trienio 2019-2021 para el municipio de Arizpe, considera dentro de las principales líneas de acción, el fortalecer el desarrollo de proyectos productivos locales, que reditúen en la economía familiar y generen mano de obra para minimizar los estragos del desempleo, así como, fomentar la participación de inversionistas nacionales o extranjeros, con inversionistas locales que quieran participar en el ámbito local.

De acuerdo a lo anterior, el desarrollo de la industria minera en la localidad, se ajusta y permite alcanzar las líneas de acción anteriormente planteados por el Plan Municipal de Desarrollo de Arizpe, Sonora.

III.4. Normas Oficiales Mexicanas

De acuerdo con al Artículo 3º, Fracción XI de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's) son regulaciones técnicas de observancia obligatoria en todo el territorio nacional, en la materia que le compete, cuya aplicación se hará a través de las instancias federales involucradas e interesadas en su cumplimiento, en beneficio de todos los ciudadanos, los recursos naturales y el ambiente, entre otros factores.

La aplicación de la mayoría de estas NOM's en el territorio nacional, se encuentra soportada jurídicamente en las leyes emanadas en cada materia. De acuerdo al Artículo 37 de la LGEEPA, quienes incurran en incumplimiento de las NOM's en materia ambiental, se harán acreedores a diversas sanciones, tanto económicas como a través de procedimientos administrativos y clausuras totales, parciales, temporales o indefinidas, entre otras disposiciones.

El Proyecto se ha diseñado y planeado considerando la normatividad ambiental mexicana vigente, durante el desarrollo del mismo.

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's) cuya competencia en materia ambiental (para el control de la contaminación y preservación de los recursos naturales, específicamente de agua, aire, suelo, flora, fauna, impacto ambiental, entre otras), serán observadas en el Proyecto en todas sus etapas. Estas normas se enlistan a continuación y se vinculan con el Proyecto.

Tabla III.4. Vinculación de las Normas Oficiales Mexicanas con el Proyecto.

Normas Oficiales Mexicanas (NOM)	Vinculación con el promovente	Vinculación con el Proyecto
SUELO		
NOM-138-SEMARNAT/SS-2003. Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.	El Promovente establecerá los instrumentos para atender las disposiciones de la NOM en tiempo y forma, durante cada etapa del Proyecto.	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se establecerán programas de mantenimiento y supervisión en los vehículos y maquinaria para evitar derrames de hidrocarburos en suelo.
AIRE		
NOM-041-SEMARNAT-2006. Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Los camiones que serán utilizados para el Proyecto, se encontrarán en condiciones mecánicas adecuadas y óptimas que den cumplimiento con lo establecido por esta NOM.	Los vehículos que serán utilizados deberán contar con el mantenimiento de afinación de motores correspondiente que garantice que los sistemas de combustión funcionan adecuadamente y cumplen los límites fijados en la NOM indicada.
NOM-042-SEMARNAT-2003. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diesel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.	Los camiones que serán utilizados para el Proyecto, se encontrarán en condiciones mecánicas adecuadas y óptimas que den cumplimiento con lo establecido por esta NOM.	Los camiones que serán utilizados deberán contar con el mantenimiento de afinación de motores correspondiente que garantice que los sistemas de combustión funcionan adecuadamente y cumplen los límites fijados en la NOM indicada.

NOM-043-SEMARNAT-1993. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.	La maquinaria utilizada en el Proyecto debe cumplir con los requisitos mínimos de seguridad ambiental.	La maquinaria y equipos empleados para la realización del Proyecto, deberán funcionar adecuadamente y cumplir con los límites fijados en la norma ambiental indicada.
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.	Los camiones que serán utilizados para el Proyecto, se encontrarán en condiciones mecánicas adecuadas y óptimas que den cumplimiento con lo establecido por esta NOM.	En las distintas actividades que desarrolle el Proyecto, el promovente cumplirá con los límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas, establecidas en las tablas respectivas; Para lo cual implementará los programas preventivos y correctivos necesarios para su cumplimiento.
FLORA Y FAUNA		
NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.	El Promovente en particular, tendrá el cuidado de la flora y fauna silvestres; por lo que actividades de rescate serán realizadas por personal capacitado para estas actividades, previas a las actividades de desmonte y despalle en la etapa de preparación del sitio.	Como resultado de las labores de prospección de campo y como parte de las acciones de prevención de impactos, serán llevadas a cabo labores para ahuyentar, rescatar y reubicar (según el caso), especies de flora y fauna silvestres. Sin embargo, en el sitio del Proyecto, no se identificaron individuos de especies en estatus de esta NOM.
RESIDUOS Y SUSTANCIAS PELIGROSAS		
NOM-052-SEMARNAT-2005. Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	El Promovente, contará con políticas del manejo sustentable de sus operaciones, tal como la disposición temporal en una zona de transferencia.	Se llevará a cabo la separación de residuos y se trasladarán a un almacén temporal de residuos, para su disposición final.
RUIDO AMBIENTAL y LABORAL		
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.	Los vehículos utilizados en el Proyecto deberán cumplir con los requisitos mínimos de seguridad ambiental.	El promovente deberá verificar que los vehículos que serán utilizados, funcionan adecuadamente, dentro de los límites sonoros fijados en la Norma ambiental indicada.
NOM-081-SEMARNAT-1994. Establece los límites máximos permisibles de emisiones de ruido en fuentes fijas y su método de medición.	La maquinaria y equipo utilizados en el Proyecto deberán cumplir con los requisitos mínimos de seguridad ambiental.	Su cumplimiento estará en función de no rebasar los límites establecidos en la Tabla 1 de esta norma.
NOM-011-STPS-2001. Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.	Equipo de Protección Personal para los trabajadores, por las emisiones de ruido que se generen en la construcción del Proyecto.	Se establecerán las condiciones de seguridad e higiene en las actividades a desarrollar en todas las etapas, ya que existirá la generación de ruidos por las actividades propias de la maquinaria que se va a utilizar durante la construcción del Proyecto.

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL		
NOM-017-STPS-2008. Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.	El Promovente verificara el Equipo de Protección Personal.	Se utilizará el Equipo de Protección Personal durante la preparación del sitio, y construcción del Proyecto.
NOM-113-STPS-2009. Seguridad-Equipo de protección personal-Calzado de protección-Clasificación, especificaciones y métodos de prueba.	El Promovente verificara el Equipo de Protección Personal.	Se utilizará el Equipo de Protección Personal durante la preparación del sitio, y construcción del Proyecto.
NOM-115-STPS-2009. Seguridad-Equipo de protección personal-Cascos de protección-Clasificación, especificaciones y métodos de prueba.	El Promovente verificara el Equipo de Protección Personal.	Se utilizará el Equipo de Protección Personal durante la preparación del sitio, y construcción del Proyecto.

III.5. Otros instrumentos a considerar.

En la presente sección se analizan diversos instrumentos normativos aplicables al Proyecto en cuestión, mismos que se indican a continuación.

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos;
- LGEEPA y su reglamento (Impacto Ambiental);
- Ley de Aguas Nacionales y su reglamento;
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su reglamento;
- Ley General de Vida Silvestre;
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento;
- Ley Federal de Derechos.

III.5.1. Constitución Política de los Estados Unidos

Publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 5 de febrero de 1917 y actualizada con las últimas reformas el 09 de agosto de 2012.

Debido a la naturaleza del Proyecto, los impactos que pudiera generar son importantes, por lo que se realizarán las acciones necesarias para la implementación de medidas de mitigación, compensación y prevención necesarias para la conservación del medio ambiente, de esta manera se cumple con lo establecido en el Artículo 4º: "Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar". A continuación se enlistan los artículos aplicables y que no contraviene el Proyecto.

Artículo 25, La ley establecerá los mecanismos que faciliten la organización y la Ampliación de la actividad económica del sector social: de los ejidos, organizaciones de trabajadores, cooperativas, comunidades, empresas que mayoritaria o exclusivamente a los trabajadores y en general, de todas las formas de organización social para la producción, distribución y consumo de bienes y servicios socialmente necesarios.

Protegerá la actividad económica que realicen los particulares y proveerá las condiciones para que el desenvolvimiento del sector privado contribuya al desarrollo económico nacional, en los términos que establece esta Constitución.

El Proyecto, es una fuente tanto económica como social a nivel municipal como estatal y nacional, ya que será una importante fuente para la generación de empleos y de capital, además de los beneficios económicos y sociales asociados al Proyecto.

Artículo 27.- La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada. Las expropiaciones sólo podrán hacerse por causa de utilidad pública y mediante indemnización.

La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana.

En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; para disponer, en los términos de la ley reglamentaria, la organización y explotación colectiva de los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad rural; para el fomento de la agricultura, de la ganadería, de la silvicultura y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad.

Los terrenos donde se pretenden llevar a cabo las obras del Proyecto, han sido adquiridos de conformidad con las leyes aplicables, el Promovente cuenta con título de propiedad de los terrenos; asimismo, los trabajos se realizarán con las autorizaciones y concesiones pertinentes, como en la mitigación de impactos al medio ambiente derivados de las actividades que se realizarán en el proceso de construcción del Proyecto.

III.5.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento

Publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 28 de enero 1988 y reformada el 07 de junio de 2013.

El Proyecto es de competencia federal en materia de Cambio de Uso de Suelo de terrenos forestales (CUSTF), debido a que se trata parcialmente de terrenos de uso forestal, por lo que, corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), su evaluación y dictamen de conformidad con el Artículo 28 de la LGEEPA, el cual establece que la Evaluación de Impacto Ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente, e incluye en su Fracción VII como actividad sujeta a evaluación a la relacionada con CUSTF, así como en selvas y zonas áridas.

La política del Promovente, entre otras, es de dar total cumplimiento a las disposiciones que emanan de la ley en materia de impacto ambiental y por cambio de uso de suelo, siendo la ejecución del presente documento muestra de ello.

Como parte del cumplimiento de tales políticas, se encuentra el conocer y ejecutar durante la preparación del sitio, construcción, operación y abandono del Proyecto, acciones tendientes a la prevención y control de:

- [i] La contaminación del aire y de la atmósfera, del agua y de los ecosistemas acuáticos (ríos, arroyos, otros), y del suelo; y de
- [ii] Las actividades consideradas como riesgosas, asociadas al uso,
- [iii] Manejo y disposición de materiales y residuos peligrosos.

El Proyecto tiene relación con las disposiciones de la LGEEPA, las cuales son enunciadas a continuación:

Tabla III.5. Disposiciones de la LGEEPA y la vinculación con el Proyecto.

Disposiciones de la LGEEPA	Vinculación con el Proyecto
Art. 35. Una vez presentada la Manifestación de Impacto Ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días. Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el Artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de Áreas Naturales Protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.	El Proyecto dará cumplimiento a la normatividad aplicable, programas de desarrollo urbano, ordenamiento ecológico y demás disposiciones jurídicas que le apliquen.
Art. 37 TER. Las normas oficiales mexicanas en materia ambiental son de cumplimiento obligatorio en el territorio nacional y señalarán su ámbito de validez, vigencia y gradualidad en su aplicación.	El Proyecto dará cumplimiento a la normatividad aplicable (En el apartado de normas se describen a detalle las que normas que le aplican).
Art. 79. Para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre. Preservación de la biodiversidad.	El desarrollo del Proyecto contará con: - Ejecución de Actividades de Protección y Conservación de Flora Silvestre; - Ejecución de Actividades de Protección y Conservación de Fauna Silvestre; y - Un área para la reubicación de flora silvestre, donde se aplicará vigilancia permanente.
Art. 98. Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los siguientes criterios: I. El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas; II. El uso de los suelos debe hacerse de manera que éstos mantengan su integridad física y su capacidad productiva; IV. Las acciones de preservación considerarán la prevención de la erosión, deterioro de las propiedades fisicoquímicas o biológicas del suelo; y VI. La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.	El Proyecto cuidará la preservación del suelo con base a los criterios que establece este Artículo. Las medidas de mitigación que serán propuestas y aplicadas, tienen entre otros propósitos la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo.
Art. 111. Prevención y control de la contaminación de la atmósfera. - Cumplimiento de los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes.	El Proyecto incluye: - El dar cumplimiento a los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes a la atmósfera.

Art. 120. Para evitar la contaminación del agua, quedan sujetos a regulación federal o local:	El Proyecto generará residuos sólidos, residuos de la construcción y algunos residuos peligrosos; sin embargo, éstos serán manejados, controlados y dispuestos con base a las especificaciones que establezca la legislación ambiental vigente, evitando la contaminación.
Art. 150. Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría.	En el Proyecto se generarán residuos de grasas y aceites usados por la maquinaria y equipo de construcción. Se dará un manejo controlado de estos residuos, bajo estándares de manejo con estricto control ambiental.
Art. 151. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.	

Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental

Publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 30 de mayo 2000 y reformada el 26 de abril de 2012.

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (RLGEEPA) tienen por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.

El Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental, establece en su Artículo 5° el tipo de obras y actividades que requieren la autorización en materia de impacto ambiental. Por lo que, el Proyecto da cumplimiento a la presentación de una Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular y de la documentación para el Estudio Técnico Justificativo para el cambio de uso de suelo (ETJ) en terrenos forestales que también se presentara para su evaluación ante SEMARNAT. El Proyecto guarda relación con las disposiciones del presente Reglamento, como se indica a continuación.

Tabla III.6. Disposiciones del Reglamento de la LGEEPA y la vinculación con el Proyecto.

Disposiciones del Reglamento	Vinculación con el Proyecto
Art. 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: B) Vías generales de comunicación: Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales O) Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas Áridas: I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables;	La descripción, características y ubicación de las obras y actividades que integran el Proyecto, éste es de competencia Federal en materia de evaluación de impacto ambiental. Por la construcción proyecto conlleva a la remoción de vegetación forestal que propicia el cambio de uso de suelo, es así como se presentara en el estudio Técnico Justificativo para el cambio de uso de suelo del proyecto, considerando lo establecido en la fracción I de este Artículo.
Art. 14. Obras que requieran autorización en materia de impacto ambiental que incluyan cambio de uso del suelo de áreas forestales o en zonas áridas, presentarán una sola manifestación de impacto ambiental.	Se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular, considerando el cambio de uso de suelo del terreno forestal.

III.5.3. Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento

Publicada en el DOF el 1 de diciembre de 1992 y reformada el 29 de abril de 2004, y su Reglamento publicado en el DOF 12 de enero de 1994. La Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento tienen por objeto el regular el uso, aprovechamiento y explotación de las aguas nacionales, previstas en el artículo 27 constitucional, para lograr un aprovechamiento sustentable de las mismas, así como prevenir y controlar la contaminación de los acuíferos, y de las aguas nacionales superficiales.

Los artículos 20 y 21 de la Ley de Aguas Nacionales establecen que el aprovechamiento de las aguas nacionales, por parte de personas físicas o morales, públicas o privadas que requieren de una concesión o asignación por parte del Ejecutivo Federal, debe realizarse el trámite o solicitarse a través de la Comisión Nacional del Agua. La Ley de Aguas Nacionales señala en su Título Cuarto, las disposiciones sobre el uso o aprovechamiento de las aguas nacionales.

III.5.4. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento

El Proyecto en cuestión presenta vinculación con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), publicada en el D.O.F. el 25 de febrero de 2003 y reformada el 07 de junio de 2013, en los términos que se señalan a continuación.

En su Artículo 3, establece como objetivos específicos de esta Ley: Fracción II. Regular la protección, conservación y restauración de los ecosistemas y recursos forestales, así como la ordenación y el manejo forestal; y Fracción XXII. Promover acciones con fines de conservación y restauración de suelos.

El Proyecto considera la Ejecución de Actividades de Protección y Conservación de Flora y Fauna silvestres; así como de Reforestación. Además, el Proyecto no afectará cuencas y tomará medidas preventivas para la erosión de suelos, contando con actividades de conservación y restauración del suelo, así como las obras de drenaje.

En su Artículo 34, establece que son criterios obligatorios de política forestal de carácter económico, los siguientes: XV. La realización de las obras o actividades públicas o privadas que por ellas mismas puedan provocar deterioro severo de los recursos forestales, debe incluir acciones equivalentes de regeneración, restauración y restablecimiento de los mismos. El Proyecto, contará con las medidas de mitigación ambientales para compensar el deterioro de los recursos forestales que por esta actividad serán generados, los cuales se desarrollan en el Capítulo VI de este documento.

En su Artículo 117, establece que la Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada.

En las autorizaciones de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, la autoridad deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las propuestas y observaciones planteadas por los miembros del Consejo Estatal Forestal.

No se podrá otorgar autorización de cambio de uso de suelo en un terreno incendiado sin que hayan pasado 20 años, a menos que se acredite fehacientemente a la Secretaría que el ecosistema se ha regenerado totalmente, mediante los mecanismos que para tal efecto se establezcan en el reglamento correspondiente.

Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectadas y su adaptación al nuevo hábitat. Dichas autorizaciones deberán atender lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamiento ecológico correspondiente, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

Las autorizaciones de cambio de uso del suelo deberán inscribirse en el Registro.

El presente Proyecto no compromete la biodiversidad, se realizará la protección de suelos, agua en su captación o disminución, aire, así como la flora y fauna, en estricto apego a toda la legislación y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

En su Artículo 118, establece que los interesados en el cambio de uso de terrenos forestales, deberán acreditar que otorgaron depósito ante el Fondo, para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.

Una vez presentado y revisado el Estudio Técnico Justificativo del proyecto, y aprobado, la Secretaría, indicará el monto por el concepto de Compensación ambiental, el cual será cubierto oportunamente para las actividades de reforestación y restauración y su mantenimiento. Además de las obras que realizará la propia empresa promovente como complemento en beneficio del medio ambiente.

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

El Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable fue publicado en el D.O.F., el 21 de febrero de 2005.

Tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal, en materia de instrumentos de política forestal, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y de sus recursos, así como su conservación, protección y restauración. Se presenta la vinculación del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable con el Proyecto.

Tabla III.7. Vinculación del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable con el Proyecto.

Definiciones del Reglamento	Vinculación con el Proyecto
Art. 1. El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de su competencia federal, en materia de instrumentos de política forestal, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y de sus recursos, así como su conservación, protección y restauración.	El Proyecto considera la aplicación de las siguientes políticas: - Ejecución de Actividades de Protección y Conservación de Flora; - Ejecución de Actividades de Protección y Conservación de Fauna; - Ejecución de Actividades de Reforestación.
Art. 120. Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá lo siguiente: I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante; II. Lugar y fecha; III. Datos y ubicación del predio o conjunto de predios, y IV. Superficie forestal solicitada para el cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar. Junto con la solicitud deberá presentarse el Estudio Técnico Justificativo, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo.	El Promovente presentara el formato correspondiente, expedido por la Secretaría. El Promovente presentara la documentación legal que solicita la Secretaría.
Artículo 121. Los estudios técnicos justificativos a que hace referencia el Artículo 117 de la Ley, deberán contener la información siguiente: VIII. Medidas de prevención y mitigación de impactos sobre los recursos forestales, la flora y fauna silvestres, aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del cambio de uso del suelo.	El Proyecto considera la aplicación de las siguientes políticas: - Ejecución de Actividades de Protección y Conservación de Flora; - Ejecución de Actividades de Protección y Conservación de Fauna; - Ejecución de Actividades de Reforestación. (Véase Capítulo VI de este documento).

III.5.5. Ley General de Vida Silvestre

Publicada en el DOF el 3 de julio de 2000 y reformada el 07 de junio de 2013.

Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los estados y de los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción. Con base a lo anterior, en la presente ley, se especifica en el Artículo 4 que es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre, y prohíbe cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.

Señala el Artículo 18.- Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la fauna silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento. Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.

Además, la presente Ley, establece los requisitos para el aprovechamiento sustentable de las especies de flora y fauna silvestres, en especial de aquellas clasificadas en riesgo y/o en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, por la legislación federal. También dispone que la conservación de dichas especies, se hará mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable, de modo que simultáneamente se logre mantener y promover la restauración de su diversidad e integridad.

El Proyecto contempla medidas de mitigación relacionadas con los impactos que pudieran ocasionarse a la flora y la fauna silvestre, dentro de las cuales se incluyen como acciones para la protección de flora silvestre de interés biológico ya que para este Proyecto NO se encontraron especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Capítulo IV y VI), se realizarán actividades para ahuyentar, rescatar y reubicar a las especies faunísticas que llegasen a encontrarse durante la ejecución de las diferentes actividades del Proyecto.

III.5.6. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento

Publicada en el DOF el 08 de octubre de 2003 y última reforma publicada en el DOF el 30 de mayo de 2012. La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

Tabla III.8. Vinculación de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos con el Proyecto.

Definiciones del Reglamento	Vinculación con el Proyecto
Art. 1. La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Aplicar los principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos, bajo criterio de eficiencia ambiental.	El Proyecto considera la aplicación de los principios establecidas en este Artículo.
Art. 19. Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes: Residuos de las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin; VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general; y VIII. Residuos tecnológicos provenientes de las industrias de la informática, fabricantes de productos electrónicos o de vehículos automotores y otros que al transcurrir su vida útil, por sus características, requieren de un manejo específico.	En el Proyecto se clasificarán los residuos de manejo especial con base a las consideraciones establecidas en este Artículo.
Art. 22. Las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si éstos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales.	El Proyecto generará residuos, los cuales serán clasificados con base a lo que establece este Artículo y las normas ambientales vigentes.
Art. 40. Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.	El Proyecto generará residuos peligrosos (trapos impregnados con grasas y aceites), los cuales serán manejados con base a lo que establece este Artículo y las normas ambientales vigentes.

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Publicado en el DOF el 30 de noviembre de 2006.

El Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos refiere en su Artículo 35, Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a lo siguiente:

- I) Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;
- II) Los clasificados en las normas oficiales mexicanas.

En este sentido, en el Proyecto se generarán y clasificarán los residuos con base a lo que establece este Artículo.

III.5.7. Ley Federal de Derechos

Publicada en el DOF el 31 de diciembre de 1981 y última reforma publicada en el DOF el 09 de abril de 2012.

La Ley Federal de Derechos tiene por objeto establecer montos económicos por el uso o aprovechamiento de los bienes del dominio público de la Nación, así como por recibir servicios que presta el Estado en sus funciones de derecho público.

Por otro lado, en el Capítulo XIII Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, en la Sección Séptima Impacto Ambiental, el Artículo 194-H establece que por los servicios que a continuación se señalan, se pagará el derecho de impacto ambiental de obras o actividades cuya evaluación corresponda al Gobierno Federal: II. Por la recepción, evaluación y el otorgamiento de la resolución de la Manifestación de Impacto Ambiental, en su Modalidad Particular.

Asimismo, en el Artículo 194-M refiere que por la recepción, evaluación y dictamen de los estudios técnicos justificativos y, en su caso, la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se pagará el derecho de cambio de uso de suelo de terrenos forestales.

Con base en el análisis de los instrumentos jurídicos en materia ambiental, los planes, programas, leyes y reglamentos, así como Normas Oficiales Mexicanas aplicables al Proyecto, se ajusta a todos y cada uno de los ordenamientos mencionados; la preparación del sitio y construcción, no se contrapone a las disposiciones jurídicas que se citan, ni mucho menos a las disposiciones de uso de suelo decretadas por el estado de Sonora y del municipio de Arizpe; por lo que se considera que la realización del proyecto es viable. Con base en lo expuesto en este capítulo se desprenden las siguientes conclusiones:

- 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.
- La operación y desarrollo del proyecto 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.
- El proyecto no supone 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 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 capítulo VI de este documento.
- La empresa dará cabalmente 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 solicitud.

Como se observa, es ineludible el compromiso ambiental que la empresa muestra en el desarrollo del proyecto 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.

CONTENIDO

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL.....1

IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....	1
IV.2 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL.....	3
IV.3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL.....	8
<i>IV.3.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA.....</i>	<i>8</i>
IV.3.1.1. Medio abiótico.....	8
1.- Clima	8
2.- Geología	15
3.- Suelos	29
4.- Hidrología superficial	43
5.- Hidrología subterránea	53
IV.3.1.2 Medio biótico.....	58
a) Tipos de vegetación y flora	58
b) Fauna	81
IV.3.1.3. Medio socioeconómico.	100
a) Demografía y población	100
b) Cobertura de servicios.....	102
IV.3.1.4. Paisaje	104
Visibilidad	104
Calidad paisajística	105
Fragilidad	107
IV.4 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	108
Normativos	108
De diversidad	108
Rareza.....	108
Naturalidad	109
Grado de aislamiento.....	109
Integridad Funcional.....	109
Riesgos/vulnerabilidad	109

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 influencia

El Proyecto se localiza a un costado de la carretera Hermosillo-Cananea, a la altura del km 83 cerca de la población de Sinoquipe. La zona de proyecto se encuentra en la Región Hidrológica No. 9, Sonora Sur, en la cuenca denominada Río Sonora, subcuenca Río Sonora-Banámichi. El área del presente estudio se ubica en el municipio de Arizpe, estado de Sonora.

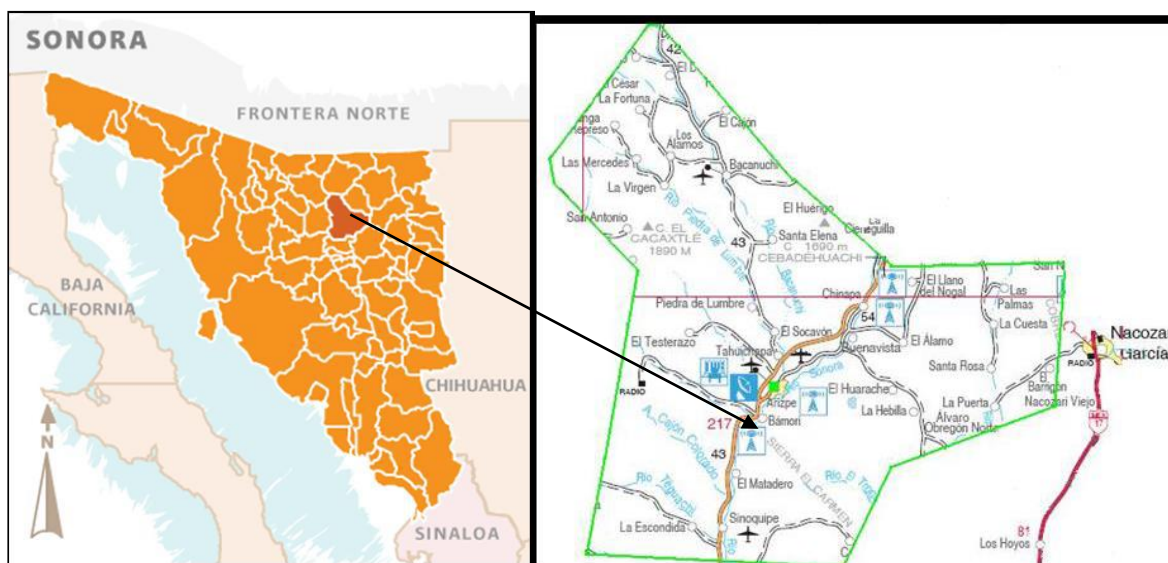


Figura IV.1. Ubicación geográfica del sitio del Proyecto.

El municipio de Arizpe está ubicado al Norte del estado de Sonora, su cabecera es la población de Arizpe y se localiza en el paralelo 30°20' de latitud Norte y a los 110°09' de longitud al Oeste del meridiano de Greenwich, a una altura de 800 metros sobre el nivel del mar.

Colinda con los siguientes municipios: al Norte con Cananea, al Noreste con Bacoachi, al Este con Naco de García, al Sureste con Cumpas, al Sur con Banámichi, al Suroeste con Opodepe, al Oeste con Cucurpe y al Noroeste con Imuris. Posee una superficie de 3,073.17 km² que representan el 1.5 % del total estatal y el 0.14 % del nacional.

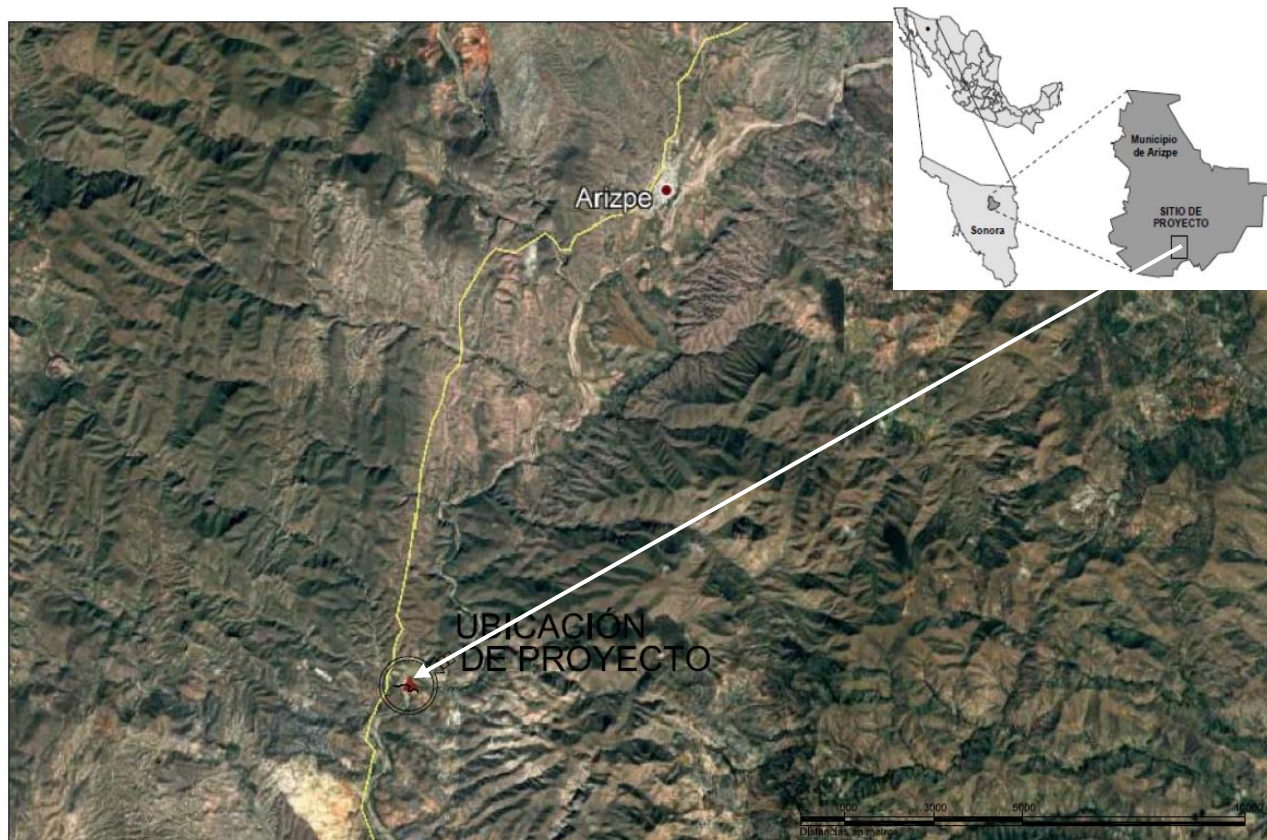


Figura IV.2. Macrolocalización del proyecto.

El Río Sonora tiene sus orígenes en el parteaguas con el río Bavispe, a una elevación de 2,400 m en la Sierra de Magallanes, a 32 km al Oriente de Cananea, Sonora. Su rumbo general en la cuenca alta es hacia el Sur, donde recibe como único afluente de importancia al río Bacanuchi, el que se origina en el parteaguas con el arroyo Cocóspera de la cuenca del río Magdalena, a una elevación de 2,480 m y que confluye por la margen derecha al río Sonora, aguas abajo de Tahuichopa, Sonora, y a 780 m de elevación. La cuenca tiene un área de 4,448.1 km², y tiene una longitud de 136.2 km desde su nacimiento hasta el proyecto.

Para efecto del presente proyecto y como se destaca más adelante, se delimitó el sistema ambiental (SA) de revisión que se describe con mayor detalle en el siguiente apartado, el cual abarca una superficie de 13,262 hectáreas. Dentro del Sistema Ambiental delimitado (SA), el Polígono sujeto a la solicitud del Manifiesto de Impacto Ambiental agrupa una superficie máxima de 1,414.7219.7219 hectáreas, las coordenadas del polígono que requiere el proyecto para dicho manifiesto se puede encontrar en el Capítulo II y en el ANEXO 3.

IV.2 Delimitación del sistema ambiental

De acuerdo a lo señalado previamente, es relevante dejar delimitado el Sistema Ambiental que rodea al proyecto. Para ello, nos apoyamos en la importancia de la hidrología en el concepto de cuencas es que ésta se define a partir del régimen hidrológico (caudales máximos, caudales mínimos, fluctuaciones características de un hidrograma), la calidad del agua y el transporte de sedimentos por el agua, además de que estos parámetros se consideran verdaderos “indicadores” del buen manejo o del grado de deterioro de una cuenca. También, los procesos asociados al recurso agua tales como escorrentía, calidad, erosión hídrica, producción de sedimentos, etc., en su mayoría, se analizan sobre esas unidades geográficas. Sin embargo, en virtud que el área que comprende la cuenca hidrológica donde se ubica el área de Sistema Ambiental (SA) resulta muy extensa, no se estaría en condiciones de realizar un análisis objetivo de referencia cercano del impacto que conlleva el cambio de uso de suelo. En este sentido y en atención a la solicitud de la autoridad, se consideraron a las microcuencas que se ubican en el área del proyecto, como la unidad de referencia con mejor representatividad del ecosistema forestal más cercano, lo que facilitará evaluar la solicitud, ya que permite analizar el impacto del Proyecto sobre sus recursos.

Debido a que la cuenca no puede ser muestreada de manera representativa para objeto de compararla al proyecto, y por otra parte, los atributos del proyecto se diluyen a nivel de cuenca, se delimitó una microcuenca hidrológica forestal para efecto de ser nuestro SA basado en atributos similares a las condiciones del predio solicitado para el proyecto. La delimitación de la Cuenca Hidrológica Forestal propuesta para el área donde se pretende realizar el proyecto, se basó en el análisis e integración de los factores que caracterizan el área donde se ubicará nuestra zona sujeta a partir de la identificación y descripción de los componentes bióticos y abióticos. Se considera como referencia a la cuenca hidrológica forestal, en tanto ámbito de delimitación general y funcional donde se encuentra el área de estudio, por lo que será a ese nivel que se describirán y analizarán los componentes físicos–abióticos (clima, geología, edafología, etc.) y bióticos (vegetación y fauna) con interacción directa al área sujeta al manifiesto de impacto ambiental.

En ese sentido, es preciso señalar que para este nuevo análisis se definió al SA a través de la delimitación puntual de la microcuenca que cubra las obras. Aunado a lo anterior, la vegetación es uno de los elementos que se consideraron para poder delimitar la SISTEMA AMBIENTAL (SA), sin embargo, a diferencia de otros componentes como el clima, el relieve, el tipo de suelo o la geología (los cuales son factores que se caracterizan por sus límites naturales), la vegetación por su alta flexibilidad (capacidad de modificación), es un elemento difícil de caracterizar en la delimitación del SA, consecuencia de su alta heterogeneidad y las asociaciones vegetales que se dan de manera natural.

Por tal motivo, la principal característica que se consideró en una escala de esta magnitud, son las morfoestructuras tectónicas individuales que se encuentran definidas por el clima regional y las condiciones hidrológicas, geomorfológicas y biogeográficas, de acuerdo a su localización altitudinal y latitudinal, es decir, el relieve y los afluentes principales. La metodología que se aplicó en la delimitación del SA se basa fundamentalmente en la identificación de las cartas topográficas, es decir, las curvas de nivel (modelos digitales de elevación y parteaguas) y la red hidrográfica (ríos perennes e intermitentes).

Para delimitar la unidad de análisis que a futuro será nuestro SA, se siguieron la secuencia de pasos siguientes:

- 1.- Se elaboró un modelo digital del terreno con las curvas de nivel de la carta topográfica del INEGI y empleando el software ArcGis VER10.0, y sus herramientas, teniendo como resultado el Modelo Digital del Terreno (MDT).
- 2.- Posteriormente, en MDT se transforma a un modelo digital de elevación (MDE), con el uso de las cartas topográficas que inciden en este estudio.
- 3.- Con la información obtenida se superpusieron las capas de los flujos de la subcuenca con los modelos digitales de elevación para entonces delimitar el área del SA que atañe a este documento; dicha delimitación se realizó con la finalidad de determinar un espacio que cumpliera con la definición de microcuenca hidrológica forestal.
- 4.- Esta información se complementa con la que se obtiene mediante la sobreposición de varias capas temáticas (uso de suelo, climas, tipo de suelo, etc.) y el manejo digital de la topografía con el software ArcGis Ver. 10.1, ArcMap. Analisis Spatial y Geoestadistical Analyst.
5. Finalmente, al delimitar el SA, se procede a complementar el análisis a través del estudio de la estructura y funcionamiento del territorio mediante el estudio de los factores bióticos (tipos de vegetación y fauna asociada a los mismos) y abióticos (temperatura, precipitación, edafología, geología, fisiografía e hidrología).

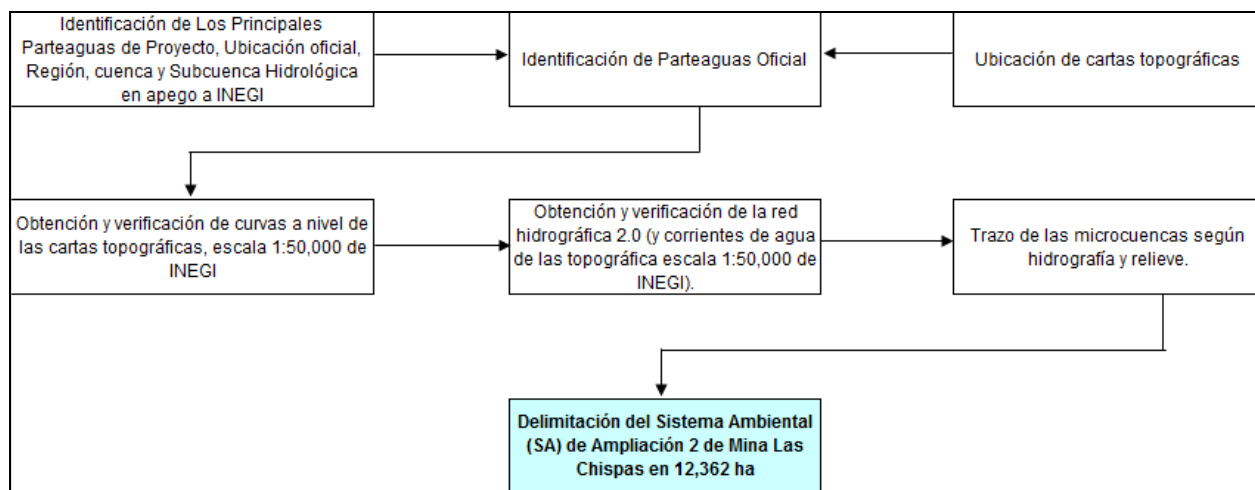
De acuerdo a lo anterior, resulta que las escalas de análisis en el presente documento resultan de la siguiente manera:

Tabla IV.1. Escalas de análisis del proyecto

Delimitación	Descripción	Justificación
Nivel de cuenca	RH 9, Sonora Sur, Cuenca Río Sonora, subcuenca Río Sonora-Banámichi, superficie de 4,448.1 km ²	Como marco de referencia base de la descripción y comparativa a nivel del predio.
Sistema Ambiental (SA)	Microcuenca hidrológica forestal basado en atributos similares a las condiciones del predio, señalado en la delimitación de la escala, delimitada en 13,262 ha.	Área de estudio del entorno inmediato al proyecto para ejecutar los muestreos de referencia, donde se contempla los atributos topográficos, hidrológicos, de suelos, ecosistema y arreglos vegetativos comparativos al predio para determinar la viabilidad del proyecto
Proyecto	Equivalente al proyecto, con una superficie total de 1,414.7219.7219 ha, en apego a la ubicación y desglose señalado en el Capítulo II de este documento.	Superficie solicitada en impacto ambiental para las obras y actividades previstas en el sitio de proyecto. Es el nivel base de estudio donde se analizó a detalle los atributos físicos y biológicos en contraste con las condiciones de operación al proyecto, y basado en los términos de referencia de la Guía Sectorial Cambio de Uso del Suelo y minero del Manifiesto de Impacto Ambiental Modalidad Particular.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, la intención de delimitar el SA no solo fue definir el contexto espacial con base a los elementos hidrológicos, sino identificar los subsistemas que conforman dicho espacio, lo cual permitió generar un diagnóstico general sobre las condiciones actuales a fin de establecer las medidas necesarias (acordes con el impacto real generado) que prevengan o mitiguen los efectos que pudieran disminuir su integridad funcional.

En imágenes, el flujo de configuración del sistema ambiental (SA) resulta de la siguiente manera:


Figura IV.3. Representación esquemática de la configuración del SA del proyecto.

En resumen, el límite del SA quedó establecido por la divisoria geográfica principal de parteaguas, es decir, la línea imaginaria que une los puntos de máximo valor de altura entre dos laderas adyacentes pero de exposición opuesta, desde la parte más alta hasta un punto de emisión, en la parte hipsométrica más baja, considerando además las condiciones geológicas del terreno, el patrón y densidad de las corrientes que drenan este territorio, así como el relieve, el clima, tipo de suelo, vegetación y la repercusión de las actividades humanas en el área que delimita la cuenca., definiendo con esto el parteaguas del SA del Sitio de proyecto.

Tabla V.2. Resumen de los atributos del Sistema Ambiental (SA) donde queda inmerso el Proyecto Ampliación 2 de Mina Las Chispas.

Rubro	Arreglo	Clave	Ocupación en la Cuenca B Río Sonora (%)	Ocupación en el SA respecto al atributo de la Cuenca (%)	Ocupación del proyecto respecto a la Cuenca Río Sonora (%)	Respecto del proyecto al SA de ocupación (%)
Clima	Seco semicálido	BS0hw(x')	23.500%	0.704%		
	Seco templado	BS1kw(x')	33.900%	0.430%	0.056%	13.129%
	Semiseco cálido	BS1hw(x')	3.500%	4.331%	0.957%	22.103%
Fisiografía	SIERRA MADRE OCCIDENTAL	III	43.264%	1.146%	0.122%	10.667%
Topoformas	LOMERÍO TÍPICO	200-0/01	2.400%	0.013%		
	SIERRA ALTA	100-0/01	35.100%	1.295%	0.151%	11.641%
	VALLE INTERMONTANO	600-0/03	5.500%	0.166%		
Geología	Aluvial	Q(al)	30.900%	0.057%		
	Andesita	T(A)	1.600%	1.659%		
	Conglomerado	T(cg)	23.200%	0.159%		
	Riolita-Toba ácida	Tom(R-Ta)	7.300%	4.378%	0.602%	13.755%
	Toba ácida	Tom(Ta)	9.900%	0.002%		
	Basalto	Ts(B)	2.400%	2.470%	0.370%	14.980%
Suelos	REGOSOL	R	32.500%	0.021%		
	PHAEOZEM	P	8.700%	1.541%	0.147%	9.512%
	LUVISOL		4.900%	0.295%		
	LEPTOSOL	L	28.200%	1.000%	0.142%	14.208%
	FLUVISOL	F	2.700%	0.320%		
	CALCISOL	C	14.500%	0.110%		
Hidrología superficial	RH09 Sonora Sur, Cuenca D, Río Sonora, subcuenca b Río Sonora-Banámichi		20.600%	2.404%	0.256%	10.667%
Hidrología subterránea	Material no consolidado con posibilidades medias	5	18.300%	0.285%		
	Material consolidado con posibilidades bajas	3	44.500%	0.925%	0.119%	12.850%
Tipos de vegetación	ZONA AGRICOLA	RA	4.700%	0.274%		
	PASTIZAL INDUCIDO	PI	2.200%	0.004%		
	PASTIZAL NATURAL	PN	5.200%	0.161%		
	MATORRAL SUBTROPICAL	MST	16.000%	2.288%	0.292%	12.772%
	MEZQUITAL	MK	1.700%	0.122%		
	MATORRAL DESERTICO MICROFILO	MDM	18.800%	0.093%		
	BOSQUE DE ENCINO	BQ	6.600%	0.872%	0.095%	10.850%

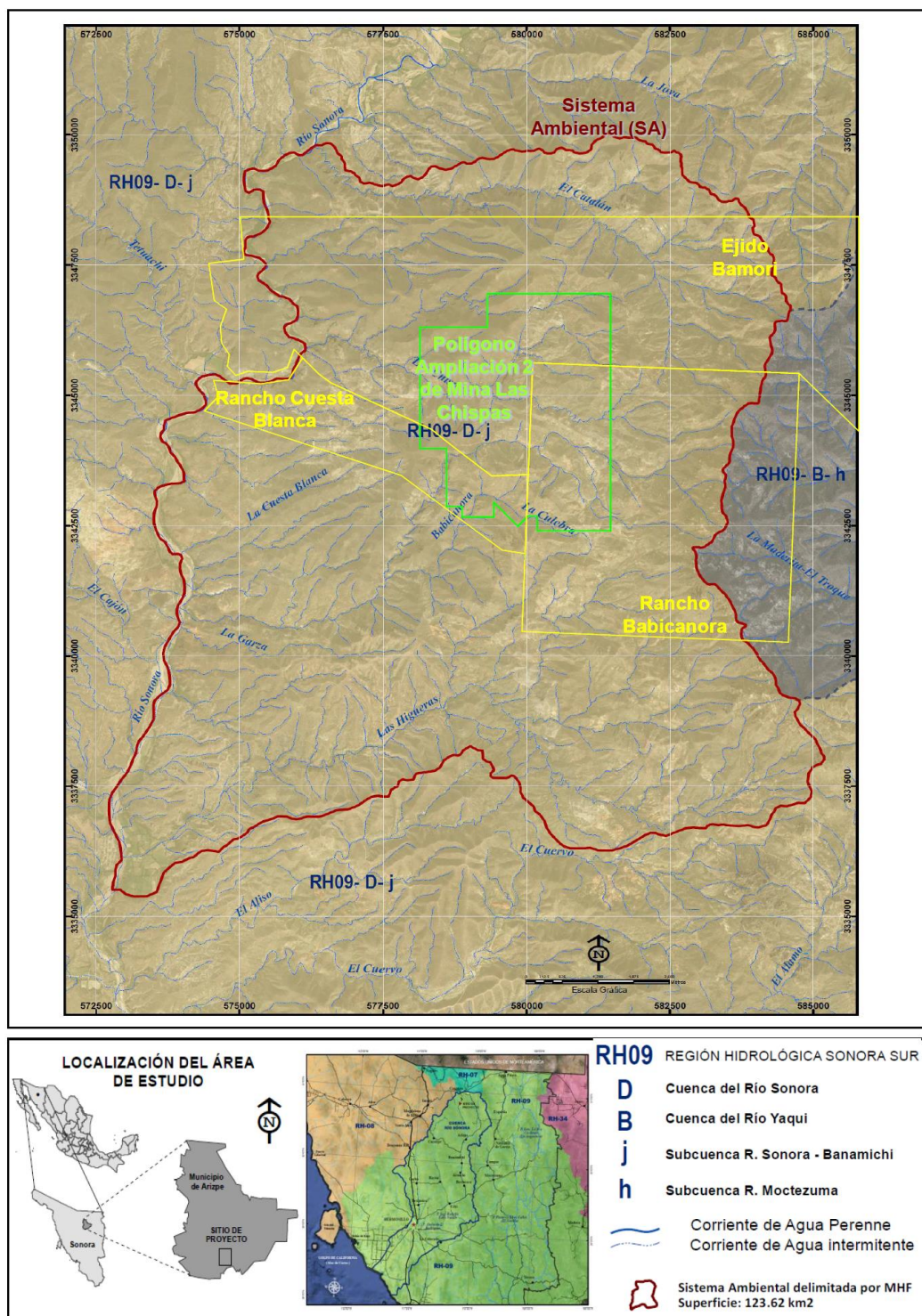


Figura IV.4. Delimitación del sistema ambiental (SA) del sitio de proyecto.

IV.3 Caracterización y análisis del sistema ambiental

IV.3.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA.

IV.3.1.1. Medio abiótico

1.- Clima

Con el propósito de estimar los parámetros climatológicos de temperatura media y precipitación en la cuenca del área de Proyecto, se ubicaron las estaciones climatológicas en un plano, y se obtuvieron los datos estadísticos, complementándose los períodos faltantes con datos a partir de las estaciones vecinas.

En la Tabla siguiente se presentan las estaciones climatológicas que se encuentran en la zona, de las cuales se dispone de información de temperatura y precipitación.

Tabla III.3. Estaciones en la zona del proyecto.

ESTACION	LOCALIZACION		ALTITUD (msnm)
	LATITUD	LONGITUD	
Arizpe	30°19'47.55"	110° 8'50.81"	836
Bacanuchi	30°35'07.12"	110°13'35.98"	1,049
Bacoachi	30°37'57.05"	109°58'5.98"	1,049
Sinoquipe	30°09'19.58"	110°14'44.96"	738
Cananea	30°58'49.22"	110°18'21.00"	1,620
Nacozari	30°22'24.08"	109°41'26.89"	1,222

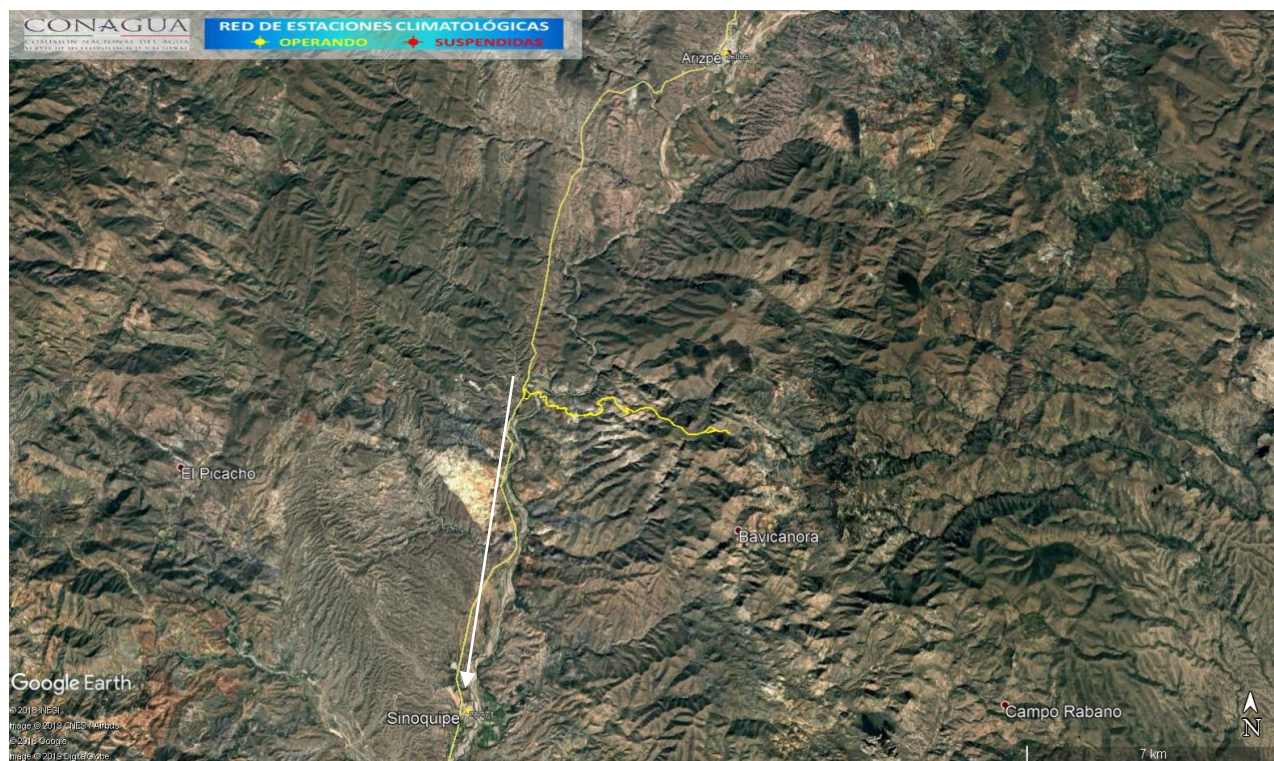


Figura III.5. Ubicación del proyecto respecto a la estación meteorológica 26271 Sinoquipe como más cercana.

En particular la estación Sinoquipe es la más cercana a casi 8.9 km en línea recta hacia el norte del proyecto; le sigue la estación Arizpe a 12.5 km al Norte. En la estación 26271 Sinoquipe se registra una precipitación media anual de 556.5 mm de acuerdo con las normales climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional en el período de 1981 a 2010. De esta manera, en el proyecto ocurren tres tipos climáticos a saber, del tipo seco cálido (BS0hw(x')), seco templado (BS1kw(x')) y semiseco cálido (BS1hw(x')), de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla III.4. Arreglos climáticos existentes en el proyecto

Clave	Lluvia invernal (mm)	Temp media anual (oC)	Cuenca Río Sonora		SA		Proyecto	
			Superficie (ha)	Proporción del atributo en la cuenca (%)	Sup (ha)	Proporción respecto al atributo de la Cuenca (%)	Ocupación respecto a la Cuenca Río Sonora (%)	Respecto al SA de ocupación (%)
BS0(h')hw(x')	seco	calido	89743	3.40%				
BS0hw(x')	seco	Semicalido	628204	23.50%	4420.018	0.70%		
BS1kw(x')	seco	Templado	907666	33.90%	3900.845	0.43%	0.056%	13.129%
BS1hw(x')	semiseco	calido	94281	3.50%	4083.603	4.33%	0.957%	22.103%
BW(h')hw(x')	Muy seco	calido	524949	19.60%				
BWhw	Muy seco	Semicalido	105600	3.90%				
BWhw(x')	Muy seco	Semicalido	318378	11.90%				

El tipo de clima seco cálido (BS0hw(x')) consiste en clima árido, semicálido, temperatura entre 18°C y 22°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

El arreglo de clima seco templado (BS1kw(x')) por su parte, es semiárido, templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

Finalmente el tipo climático semiseco cálido (BS1hw(x')) es semiárido, semicálido, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

Los arreglos climáticos están en el tipo BS, equivalentes a los climas esteparios, de acuerdo a lo siguiente:

Tabla III.5. Atributos de los arreglos climáticos incluidos en el proyecto

Clave	Tipo Clima	Descripción	Clave Subclimas	Descripción
BS (Estepario seco) Corresponde a los que tienen un cociente P/T menor de 22.9	Seco semicálido	Corresponde a semicálido con invierno fresco, temperaturas medias, anual 18° a 22 °C y del mes más frío < 18 °C	BS0hw(x)	Régimen de lluvia de verano, corresponde a > 10.2 para lluvia de verano y < 36 para lluvia de invierno.
			BS0hx	Régimen de lluvia corresponde al de escasa todo el año.
			BS0hw	Régimen de lluvia de verano.
	Seco cálido	Corresponde al Cálido, temperaturas medias, anual > 22 °C y del mes más frío < 18 °C.	BS0(h)hx	Régimen de lluvia corresponde al de escasa todo el año.
			BS0(h)hw	Régimen de lluvia de verano.
			BS0(h)hw(x)	Régimen de lluvia de verano, corresponde a > 10.2 para lluvia de verano y < 36 para lluvia de invierno
	Seco templado	Corresponde a templado con verano cálido, temperaturas medias, anual 12° a 18 °C, del mes más frío entre - 3° y 18 °C y del mes más cálido > 18 °C	BS0kx	Régimen de lluvia corresponde al de escasa todo el año.
			BS0kw(x)	Régimen de lluvia de verano, corresponde a > 10.2 para lluvia de verano y < 36 para lluvia de invierno.
BS1 (Estepario semiseco) Corresponde a los que tienen un cociente P/T mayor de 22.9	Semiseco semicálido	Corresponde a semicálido con invierno fresco, temperaturas medias, anual 18° a 22 °C y del mes más frío < 18 °C	BS0kw	Régimen de lluvia de verano.
			BS1hw(x)	Régimen de lluvia de verano, corresponde a > 10.2 para lluvia de verano y < 36 para lluvia de invierno.
			BS1hx	Régimen de lluvia corresponde al de escasa todo el año.
	Semiseco templado	Corresponde a templado con verano cálido, temperaturas medias, anual 12° a 18 °C, del mes más frío entre - 3° y 18 °C y del mes más cálido > 18 °C	BS1hw	Régimen de lluvia de verano.
			BS1kx	Régimen de lluvia corresponde al de escasa todo el año.
			BS1kw	Régimen de lluvia de verano.
			BS1kw(x)	Régimen de lluvia de verano, corresponde a > 10.2 para lluvia de verano y < 36 para lluvia de invierno.

Los climas secos influyen en los terrenos situados al este de los que presentan climas muy secos, ocupan cerca de 20% de la entidad y se extienden en una franja orientada noroeste-sureste, con prolongaciones hacia las zonas montañosas. También comprenden las tierras localizadas entre Agua Prieta, Villa Hidalgo y Bavispe. La altitud de estas áreas varía de 600 a 1 400 m, pero dominan las menores a 1 000 m; entre ellas cabe destacar los valles y cañones de los ríos San Miguel de Horcasitas, Moctezuma y Yaqui, lo mismo que los sitios donde se ubican las presas Plutarco Elias Calles, Alvaro Obregón y La Angostura.

Con respecto a su temperatura media anual, se dividen en: cálidos (con valores de 22.0°C en adelante), los cuales se distribuyen del centro hacia el sur del estado; semicálidos (entre 18.0° y 22.0°C), del centro hacia el norte; y templados (entre 12.0° y 18.0°C), en el noreste.

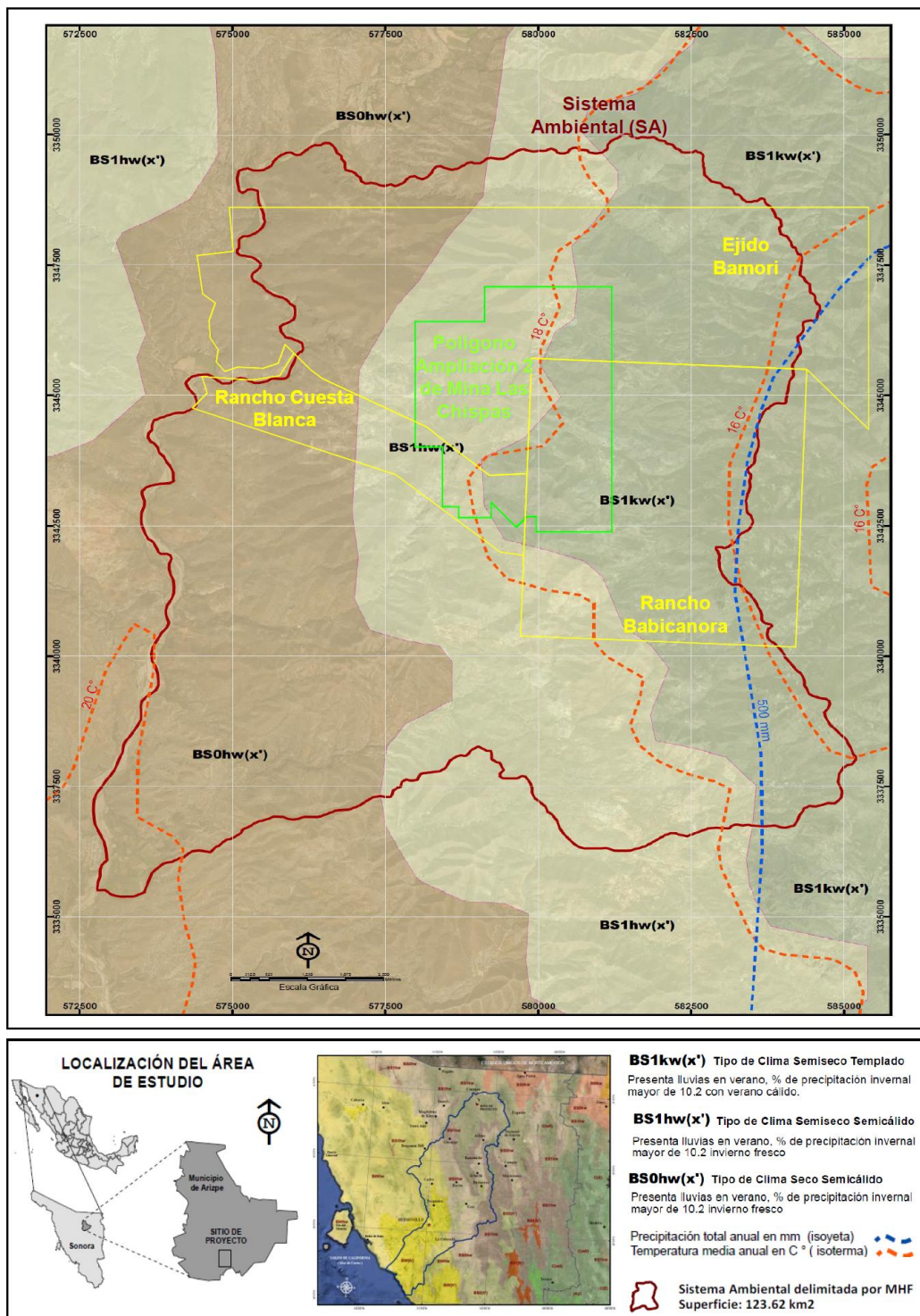


Figura III.6. Mapa de climas en el sitio de proyecto

Sin embargo, el registro acumulado de 1951 a 2010 de la Estacion 26005 de Arizpe, permite realizar el climograma con mejor detalle de acuerdo a la siguiente figura:

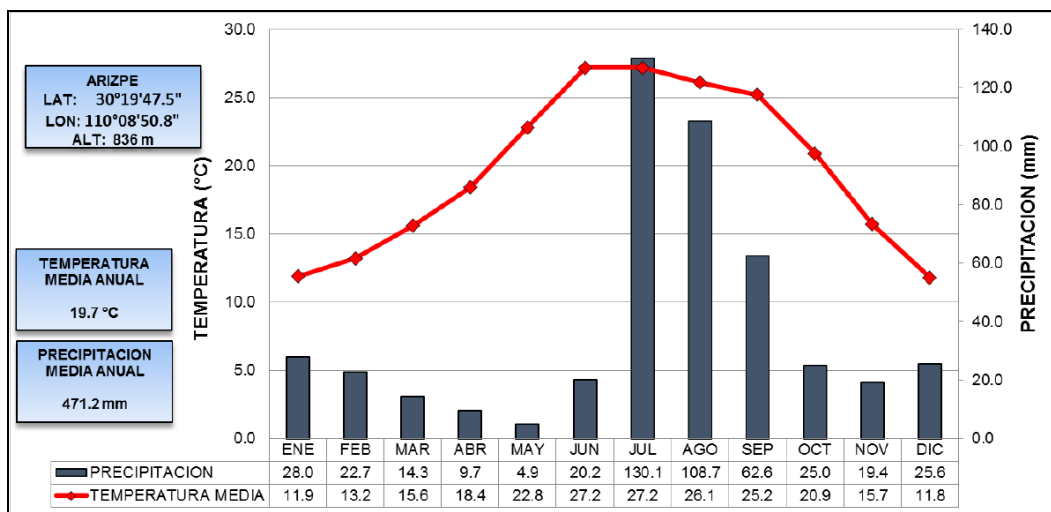


Figura III.7. Climograma de la Estación Arizpe

Temperatura

La temperatura media anual es de 21.1°C, y los meses más cálidos ocurren en el período de junio a septiembre, cuando las temperaturas medias se encuentran por arriba de los 25°C; la temperatura media máxima se registra en junio con 42.8°C, mientras que la mínima se registra en enero, con -3.6°C.

Tabla III.6. Temperatura medias mensuales y anuales para la estación 26271 Sinoquipe.

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA													
NORMAL	22.9	24.2	27.4	31.3	35.0	39.2	37.5	35.7	35.4	32.1	27.0	23.0	30.9
MAXIMA MENSUAL	26.6	29.9	34.1	34.2	37.4	42.8	42.1	38.9	38.8	35.2	30.1	32.4	
AÑO DE MAXIMA	1996	1982	1982	1982	1997	1982	1982	1995	1998	1999	2005	1995	
MAXIMA DIARIA	37.0	38.0	39.0	39.0	44.0	47.0	49.0	44.5	41.0	40.0	40.0	37.0	
FECHA MAXIMA DIARIA	07/1996	25/1982	13/1982	17/1982	21/2005	19/1982	18/1982	01/1995	02/1982	04/1997	04/2008	03/1995	
AÑOS CON DATOS	20	18	20	22	23	23	20	23	23	22	22	21	
TEMPERATURA MEDIA													
NORMAL	13.7	14.8	16.8	20.1	23.5	28.3	28.7	27.5	26.4	22.3	17.4	13.8	21.1
AÑOS CON DATOS	20	18	20	22	23	23	20	23	23	22	22	21	
TEMPERATURA MINIMA													
NORMAL	4.4	5.5	6.2	8.9	11.9	17.3	19.9	19.3	17.3	12.6	7.7	4.6	11.3
MINIMA MENSUAL	-3.6	3.5	4.4	5.8	8.0	11.6	18.9	15.7	14.2	10.5	5.8	1.5	
AÑO DE MINIMA	2010	2008	2008	1991	1991	1995	1994	2010	2010	1984	2010	1998	
MINIMA DIARIA	-11.0	-5.0	-1.0	2.0	1.0	7.0	9.0	12.0	9.0	0.0	-3.0	-5.0	
FECHA MINIMA DIARIA	07/1997	02/1985	23/1987	02/1984	12/2010	04/1991	13/2008	28/2010	29/1986	29/2009	28/2010	27/2007	
AÑOS CON DATOS	20	18	20	22	23	23	20	23	23	23	22	21	

Las temperaturas mínimas promedio durante los meses de invierno son de alrededor de 0°, cabe mencionar que se han registrado temperaturas extremas mínima de hasta -3.6°C. En promedio las temperaturas máximas alcanzan un valor de 30.9°C en el año, registrándose una máxima extrema de 49°C en julio del 1982.

Precipitación

La precipitación a nivel región corresponde a lluvias de verano, ya que las cantidades máximas se presentan en los meses de julio a septiembre, período en el que se registra el 64.0 % de la precipitación anual. La precipitación media mensual máxima ocurre en el mes de julio, con 164.7 mm, mientras que la mínima se registrar en abril, con 28 mm. No existen datos de evaporación para el sitio.

Tabla III.7. Precipitación medias mensuales y anuales para la estación 26271 Sinoquipe.

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
PRECIPITACION													
NORMAL	23.2	28.2	16.7	5.3	7.9	15.6	164.7	141.6	53.7	24.5	29.6	45.5	556.5
MAXIMA MENSUAL	61.1	90.0	88.0	28.0	52.0	100.0	369.5	217.0	167.0	111.0	181.0	149.5	
AÑO DE MAXIMA	2005	2005	1983	2004	1984	1984	2006	1991	1990	1983	1994	1984	
MAXIMA DIARIA	60.0	48.0	43.0	20.0	18.0	40.0	92.0	78.5	45.0	46.0	150.0	94.0	
FECHA MAXIMA DIARIA	31/2002	11/1991	02/1983	03/1997	27/2005	23/1984	27/1982	14/1983	30/2001	02/1983	12/1994	05/1994	
AÑOS CON DATOS	21	19	20	22	23	23	21	23	23	22	22	22	
EVAPORACION TOTAL													
NORMAL													
AÑOS CON DATOS													

Lluvia máxima en 24 horas-100 años

El registro de lluvia máxima abarcó el período de 1981 a 2010. Esta cantidad de datos es adecuada pues rebasa el mínimo de datos utilizable lo que corresponde a un quinto del período de retorno buscado, en este caso el de 100 años.

Tabla III.8 Eventos de lluvia máxima utilizados para el cálculo de periodos de retorno.

No.	Año	Evento 24 hrs. (mm)	No.	Año	Evento 24 hrs. (mm)
1	1994	112.0	18	1999	52.0
2	1996	87.0	19	1968	50.0
3	1980	83.5	20	1973	48.0
4	1970	78.0	21	1983	47.5
5	1975	77.0	22	1987	47.0
6	1989	75.0	23	1988	45.5
7	1985	71.0	24	1984	44.5
8	2000	69.0	25	1971	44.0
9	1997	68.0	26	2004	43.0
10	1990	67.0	27	1991	41.0
11	1992	65.0	28	1969	38.0
12	1986	64.0	29	1979	36.0
13	1972	63.0	30	1998	33.0
14	1976	62.0	31	2005	32.0
15	2001	59.5	32	1981	31.0
16	1974	56.0	33	1993	27.0
17	1978	53.0	34	2002	25.0

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 siguiente 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 III.9 Períodos de retornos de 100 años obtenidos con distintas funciones de distribución de probabilidad.

Función	Magnitud calculada para un evento con período de retorno de 100 años	Magnitud del evento con corrección de Weiss
Gamma Incompleta	110.3 mm	125 mm
Log Pearson Tipo III	113 mm	128 mm
Gumbel	125 mm	141 mm
Gamma de 2 poblaciones	123 mm	140 mm

De esta forma, tomando una postura ambientalmente más conservadora, se puede sugerir que es más conveniente utilizar el resultado de la función Gumbel, es decir, el valor de 141 mm (con corrección aplicada) como magnitud para un evento con período de retorno de 100 años.

Fenómenos climatológicos (nortes, tormentas tropicales y huracanes, entre otros eventos extremos)

El área de estudio está fuera de la zona de impacto directo de tormentas tropicales y huracanes.

En general, para el período 1981 al 2010, se tienen un promedio de 42.8 días con lluvia al año y un promedio de 1 días con niebla anualmente. De acuerdo a la carta de efectos climáticos noviembre-abril, ocurren entre 1 y 8 días de heladas en los meses de diciembre, enero y febrero, aunque los datos disponibles nos indican que suceden 12, 12 y 6 respectivamente. Las granizadas son fenómenos raros. Según la información proporcionada por la CNA solamente granizó 0.4 días anuales y hay registro de 4 días al año de tormenta eléctrica.

Tabla III.10. Registro de eventos meteorológicos extremos para la estación 26271 Sinoquipe.

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
NUMERO DE DIAS CON													
LLUVIA	2.9	3.0	2.0	0.6	0.9	1.7	10.6	9.5	4.7	1.8	1.9	3.2	42.8
AÑOS CON DATOS	21	19	20	22	23	23	21	23	23	22	22	22	
NIEBLA	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	1.0
AÑOS CON DATOS	19	17	20	20	21	22	19	22	22	21	20	20	
GRANIZO	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
AÑOS CON DATOS	20	18	20	22	23	23	20	23	23	22	22	21	
TORRENTA E.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.6	1.4	0.3	0.4	0.1	0.0	4.0
AÑOS CON DATOS	20	18	20	22	23	23	20	23	23	22	22	21	

Vientos

Los vientos regionales dominantes en los meses de mayo a octubre soplan en dirección al N. Los vientos superficiales dominantes muestran una frecuencia del 55% cuando soplan del S, del 30% del N y del 7.5% cuando lo hacen del SW. En cambio, en el período noviembre-abril los vientos soplan del N en un 50%, del S en un 25% y del NW en el 2.5% de los casos.

Calidad del aire

No existen datos disponibles sobre la calidad del aire pero se considera que es buena tomando en cuenta que: (1) la densidad de población en la región es baja; (2) no existen industrias que emitan contaminantes; (3) los caminos de terracería no son abundantes y no permiten desarrollar velocidades para levantar cantidades considerables de polvo. Sin embargo, pudiera haber cierta aportación de polvo al aire por el levantamiento de partículas de zonas desprovistas de vegetación cuando los vientos sean fuertes.

2.- Geología

Geología regional

La parte central del estado de Sonora, donde se ubica el proyecto, se distingue por la complejidad de sus características litológicas, estratigráficas, estructurales y tectónicas. Esta área pertenece a la Subprovincia de Sierras y Valles del Norte de la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Occidental. Esta subprovincia se caracteriza por la alternancia de sierras alargadas separadas por valles paralelos, normalmente con orientación N-S. En general, en la Subprovincia de Sierras y Valles las sierras varían en altura desde los 300 hasta los 2,600 m.s.n.m.

La unidad estratigráfica más antigua de la región corresponde a un complejo de rocas metamórficas y plutónicas de edad paleoproterozoica. Al W del proyecto, Rodríguez-Castañeda (2003) reporta un basamento proterozoico, con rocas máficas y ultramáficas asociadas, e intrusionado por cuerpos plutónicos de aproximadamente 1,700 m.a. y 1,100 m.a. El Paleozoico está representado por dos sucesiones distintas. Al S y al W del proyecto se encuentra una unidad de ortocuarcitas cámbricas, referidas por algunos autores como Cuarcita Los Changos (v.g. Rodríguez Castañeda, 1988 y 1999) mientras que en las cercanías de Baviácora se encuentran afloramientos de una secuencia de calizas y areniscas marinas cuya edad va del Cámbrico al Pérmico. La variedad y complejidad de los eventos geológicos que tuvieron lugar durante el mesozoico están reflejadas por la variedad de unidades estratigráficas encontradas en la región tanto sedimentarias como de carácter ígneo. Así, al occidente se encuentra la Riolita Pinito la cual está compuesta de riolitas y areniscas que han sido asignadas al Jurásico Inferior. Por su parte, el Jurásico Superior de las formaciones La Colgada y la 2 Naciones se observa al W de la población de Sinoquipe, cercano al proyecto en estudio. Ambas están formadas por lutitas y areniscas, pero en distintas proporciones.

En las inmediaciones de San Felipe de Jesús, aproximadamente a 32 km en línea recta al SW del proyecto, el Cretácico Inferior se presenta en pequeños afloramientos de calizas fosilíferas y areniscas que no rebasan los 80 m de espesor estratigráfico. Más al N, en la región de Sinoquipe, el Cretácico Inferior consiste de calizas, lutitas y areniscas cuyas propiedades permiten correlacionarlo con el Grupo Bisbee del S de Arizona. Por su parte, al NE de la población de Huépac, el Cretácico Superior está representado por la Formación Tarahumara compuesta principalmente de rocas volcánicas y volcanoclásticas con horizontes de areniscas tobáceas, areniscas, lutitas y rocas carbonatadas con niveles de bandas y lentes de pedernal negro que han sido interpretadas como depósitos lacustres de cuenca intra-arco como lo reportan Beraldi-Campesi y Cevallos- Ferriz (2005). Estos últimos autores también expresan que la Formación Tarahumara contiene rocas volcánicas con edades radiométricas de 72.5 ± 0.5 m.a. y 69.7 ± 0.6 m.a. lo que las ubican entre el Campaniano y el Maestrichtiano. Al Paleoceno corresponde una sucesión de carácter ácido compuesto principalmente por riolitas y tobas riolíticas que sobreyacen discordantemente al Cretácico Superior al oriente de Baviácora y al S de Mazocahui.

Las unidades anteriores han sido afectadas por rocas ígneas plutónicas de composición granítica, granodiorítica y cuarzomonzonítica a las que colectivamente se conoce con denominaciones como el Batolito de Sonora o Batolito Laramide (SGM, 1999) y cuya edad varía del Cretácico Superior al Paleógeno. Estos cuerpos laramídicos han formado skarns y zona alteración hidrotermal, formando los yacimientos de tungsteno que son comunes en la región. En la carta geológica H12-5 (SGM, 1999a), se reporta otro cuerpo ígneo de composición cuarzomonzonítica a tonalítica, con una edad radiométrica de 56.7 m.a.

El Oligoceno, que representa el grueso paquete del vulcanismo ácido típico de la Sierra Madre Occidental, se constituye por dos paquetes distintos. Uno de ellos, que aflora en las cercanías de Arizpe, comprende rocas volcánicas y volcanoclasticas de composición andesítica, riolítica y dacítica. Volumétricamente más importante, es el otro paquete oligocénico compuesto por tobas riolíticas, ignimbritas y riolitas, que típicamente son resistentes a la erosión, aflorando al E del área de interés y al poniente de Sinoquiye.

La Formación Báucarit, de edad miocénica, está compuesta por conglomerados polimícticos y basaltos interestratificados en algunas localidades. Los conglomerados presentan clastos subangulosos a subredondeados de rocas volcánicas, plutónicas y cuarcitas. Aflora bastante en el valle del río Sonora. Otra unidad continental presente ampliamente en la región, corresponde a una secuencia de gravas polimícticas, sobre las cuales típicamente se presentan terrazas aluviales. Se considera que su edad de pleistocénica.

Finalmente, la unidad más joven la componen los sedimentos aluviales Cuaternarios depositados principalmente por el río Sonora. De esta manera, Sonora central se caracteriza por abundantes estructuras de alto ángulo que típicamente se atribuyen al evento distensivo que produjo la fisiografía de sierras y valles actual.

La mayoría de estas estructuras se han interpretado como fallas normales. Las direcciones predominantes son NNW-SSE y NNE-SSW aunque ocurren también NE-SW, N-S, NW-SE, ENE-WSW y E-W. Valenzuela (2006) ha reconocido en esta región que muchas de estas estructuras corresponden a tres sistemas Riedel de edad Terciaria, de los cuales el más antiguo es de cizalla izquierda y los dos más jóvenes de carácter derecho.

En la región, ocurren también fallas de bajo ángulo que colocan a rocas más antiguas sobre secuencias más jóvenes (v.g. Precámbrico sobre el Jurásico; Rodríguez-Castañeda, 1988) y que típicamente han sido atribuidas al evento compresivo laramídico que tuvo lugar entre el Cretácico Tardío y el Paelogeno. . Por otro lado, Rodríguez-Castañeda (1999) propone una interpretación alternativa para el desplazamiento de unidades paleozóicas y cretácicas que ocurren en el cerro del Vigía, aproximadamente a 10 km al N del proyecto, como producto de una falla de bajo ángulo originada por un tectonismo extensional denudatorio del Terciario.

Origen geomorfológico del suelo y características de su basamento

El origen del basamento parte de la unidad estratigráfica más antigua de la región corresponde a un complejo de rocas metamórficas y plutónicas de edad paleoproterozoica. Al W del proyecto, Rodríguez- Castañeda (2003) reporta un basamento proterozoico, con rocas máficas y ultramáficas asociadas, e intrusionado por cuerpos plutónicos de aproximadamente 1,700 m.a. y 1,100 m.a.

La mayoría de estas estructuras se han interpretado como fallas normales. Las direcciones predominantes son NNW-SSE y NNE-SSW aunque ocurren también NE-SW, N-S, NW-SE, ENE-WSW y E-W. Valenzuela (2006) ha reconocido en esta región que muchas de estas estructuras corresponden a tres sistemas Riedel de edad Terciaria, de los cuales el más antiguo es de cizalla izquierda y los dos más jóvenes de carácter derecho.

En la región, ocurren también fallas de bajo ángulo que colocan a rocas más antiguas sobre secuencias más jóvenes (v.g. Precámbrico sobre el Jurásico; Rodríguez-Castañeda, 1988) y que típicamente han sido atribuidas al evento compresivo laramídico que tuvo lugar entre el Cretácico Tardío y el Paelogeno. . Por otro lado, Rodríguez-Castañeda (1999) propone una interpretación alternativa para el desplazamiento de unidades paleozóicas y cretácicas que ocurren en el cerro del Vigía, aproximadamente a 10 km al N del proyecto, como producto de una falla de bajo ángulo originada por un tectonismo extensional denudatorio del Terciario.

Geología superficial

La unidad estratigráfica más antigua de la región corresponde a un complejo de rocas metamórficas y plutónicas de edad paleoproterozoica. Al W del proyecto, Rodríguez-Castañeda (2003) reporta un basamento proterozoico, con rocas máficas y ultramáficas asociadas, e intrusado por cuerpos plutónicos de aproximadamente 1,700 m.a. y 1,100 m.a.

El Paleozoico está representado por dos sucesiones distintas. Al S y al W del proyecto se encuentra una unidad de ortocuarcitas cámbricas, referidas por algunos autores como Cuarcita Los Changos (v.g. Rodríguez Castañeda, 1988 y 1999) mientras que en las cercanías de Baviácora se encuentran afloramientos de una secuencia de calizas y areniscas marinas cuya edad va del Cámbrico al Pérmico.

La variedad y complejidad de los eventos geológicos que tuvieron lugar durante el mesozoico están reflejadas por la variedad de unidades estratigráficas encontradas en la región tanto sedimentarias como de carácter ígneo. Así, al occidente se encuentra la Riolita Pinito la cual está compuesta de riolitas y areniscas que han sido asignadas al Jurásico Inferior. Por su parte, el Jurásico Superior de las formaciones La Colgada y la 2 Naciones se observa al W de la población de Sinoquipe, cercano al proyecto en estudio. Ambas están formadas por lutitas y areniscas, pero en distintas proporciones.

En las inmediaciones de San Felipe de Jesús, aproximadamente a 32 km en línea recta al SW del proyecto, el Cretácico Inferior se presenta en pequeños afloramientos de calizas fosilíferas y areniscas que no rebasan los 80 m de espesor estratigráfico. Más al N, en la región de Sinoquipe, el Cretácico Inferior consiste de calizas, lutitas y areniscas cuyas propiedades permiten correlacionarlo con el Grupo Bisbee del S de Arizona. Por su parte, al NE de la población de Huépac, el Cretácico Superior está representado por la Formación Tarahumara compuesta principalmente de rocas volcánicas y volcanoclásticas con horizontes de areniscas tobáceas, areniscas, lutitas y rocas carbonatadas con niveles de bandas y lentes de pedernal negro que han sido interpretadas como depósitos lacustres de cuenca intra-arco como lo reportan Beraldi-Campesi y Cevallos- Ferriz (2005). Estos últimos autores también expresan que la Formación Tarahumara contiene rocas volcánicas con edades radiométricas de 72.5 ± 0.5 m.a. y 69.7 ± 0.6 m.a. lo que las ubican entre el Campaniano y el Maestrichtiano. Al Paleoceno corresponde una sucesión de carácter ácido compuesto principalmente por riolitas y tobas riolíticas que sobreyacen discordantemente al Cretácico Superior al oriente de Baviácora y al S de Mazocahui.

La Formación Báucarit, de edad miocénica, está compuesta por conglomerados polimícticos y basaltos interestratificados en algunas localidades. Los conglomerados presentan clastos subangulosos a subredondeados de rocas volcánicas, plutónicas y cuarcitas. Aflora bastante en el valle del río Sonora. Otra unidad continental presente ampliamente en la región, corresponde a una secuencia de gravas polimícticas, sobre las cuales típicamente se presentan terrazas aluviales. Se considera que su edad de pleistocénica.

Finalmente, la unidad más joven la componen los sedimentos aluviales Cuaternarios depositados principalmente por el río Sonora. De esta manera, Sonora central se caracteriza por abundantes estructuras de alto ángulo que típicamente se atribuyen al evento distensivo que produjo la fisiografía de sierras y valles actual.

Tipo de rocas, fallas y zonas de fracturación

En el área de estudio afloran rocas pertenecientes a unidades litoestratigráficas. De más antigua a más joven, estas unidades informalmente se identifican aquí como: (1) unidad andesítica, (2) unidad riolítica, (3) unidad de gravas, (4) unidad basáltica y (5) depósitos aluviales. En particular para el proyecto, se ubican las unidades aluviales, conglomeradas y riolita-toba ácidas, en las siguientes proporciones:

Tabla III.11. Atributos geológicos para el proyecto.

Clave	Clase de roca	Tipo de roca	Cuenca Río Sonora		SA		Proyecto	
			Superficie (ha)	Proporción del atributo en la cuenca (%)	Sup (ha)	Proporción respecto al atributo de la Cuenca (%)	Ocupación respecto a la Cuenca Río Sonora (%)	Respecto al SA de ocupación (%)
H2O	CUERPO DE AGUA PERENNE	N/A	5821	0.20%				
J(lm-ar-cg)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Limolita-Areni	45	0.00%				
JALES	JALES	N/A	542	0.00%				
Js(lm-ar)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Limolita-Areni	48759	1.80%				
K(A)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Andesita	7198	0.30%				
K(cz)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Caliza	992	0.00%				
K(D)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Diorita	934	0.00%				
K(Gd)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Granodiorita	4257	0.20%				
K(Gr)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Granito	296974	11.10%				
K(Gr-Gd)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Granito-Grano	1481	0.10%				
K(lu-ar)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Lutita-Arenisca	1401	0.10%				
K(Ta)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Toba ácida	4220	0.20%				
K(Tn)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Tonalita	4354	0.20%				
K(ar)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Arenisca	223	0.00%				
K(ar-cg)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Arenisca-Cong	15354	0.60%				
K(cz)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Caliza	1408	0.10%				
K(cz-lm)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Caliza-Limolita	6786	0.30%				
K(lm-ar)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Limolita-Areni	53113	2.00%				
Ks(ar)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Arenisca	739	0.00%				
Ks(ar-Ta)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Arenisca-Toba	4705	0.20%				
M(cg)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Conglomerado	2790	0.10%				
M(Gn)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Gneis	87	0.00%				
M(Gr)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Granito	18061	0.70%				
P(ar)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Arenisca	4885	0.20%				
P(C)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Cuarcita	265	0.00%				
P(cz)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Caliza	49246	1.80%				
P(Gr)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Granito	1437	0.10%				
PE(E)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Esquisto	742	0.00%				
Q(A)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Andesita	856	0.00%				
Q(al)	SUELO	Aluvial	827172	30.90%	468.169	0.06%		
Q(B)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Basalto	27208	1.00%				
Q(cg)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Conglomerado	26770	1.00%				
Q(eo)	SUELO	Eólico	539	0.00%				
Q(la)	SUELO	Lacustre	1767	0.10%				
Q(li)	SUELO	Litoral	287	0.00%				
S/it	ÁREA SIN INFORMACIÓN TEMÁTICA	N/A	11290	0.40%				
T(A)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Andesita	41965	1.60%	696.334	1.66%		
T(ar)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Arenisca	219	0.00%				
T(ar-lm)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Arenisca-Limo	807	0.00%				
T(ar-Ta)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Arenisca-Toba	214	0.00%				
T(A-Ti)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Andesita-Toba	1158	0.00%				
T(Bva)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Brecha volcánica	1247	0.00%				
T(cg)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Conglomerado	621305	23.20%	989.877	0.16%		
T(Ct)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Cataclasita	1964	0.10%				
T(Da)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Dacita	7010	0.30%				
T(Gr)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Granito	984	0.00%				
T(lu-ar)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Lutita-Arenisca	115	0.00%				
T(Pr)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Pérfido riolítico	1100	0.00%				
T(Rd)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Riodacita	1879	0.10%				
Ti(A)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Andesita	1216	0.00%				
Ti(cg)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Conglomerado	10516	0.40%				
Ti(Ta)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Toba ácida	228	0.00%				
Tom(R)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Riolita	21659	0.80%				
Tom(R-Ta)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Riolita-Toba ácida	196145	7.30%	8588.069	4.38%	0.602%	13.755%
Tom(Ta)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Toba ácida	263932	9.90%	4.475	0.00%		
TR-J(lu-ar)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Lutita-Arenisca	4877	0.20%				
Ts(B)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Basalto	63080	2.40%	1558.252	2.47%	0.370%	14.980%
Ts(cg)	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Conglomerado	84	0.00%				

En el área de estudio afloran unidades de roca con un rango geocronológico que varía desde el Precámbrico hasta el reciente con rocas metamórficas, ígneas, sedimentarias y sedimentos recientes del Cuaternario. A continuación se describirán las unidades cartográficas presentes.

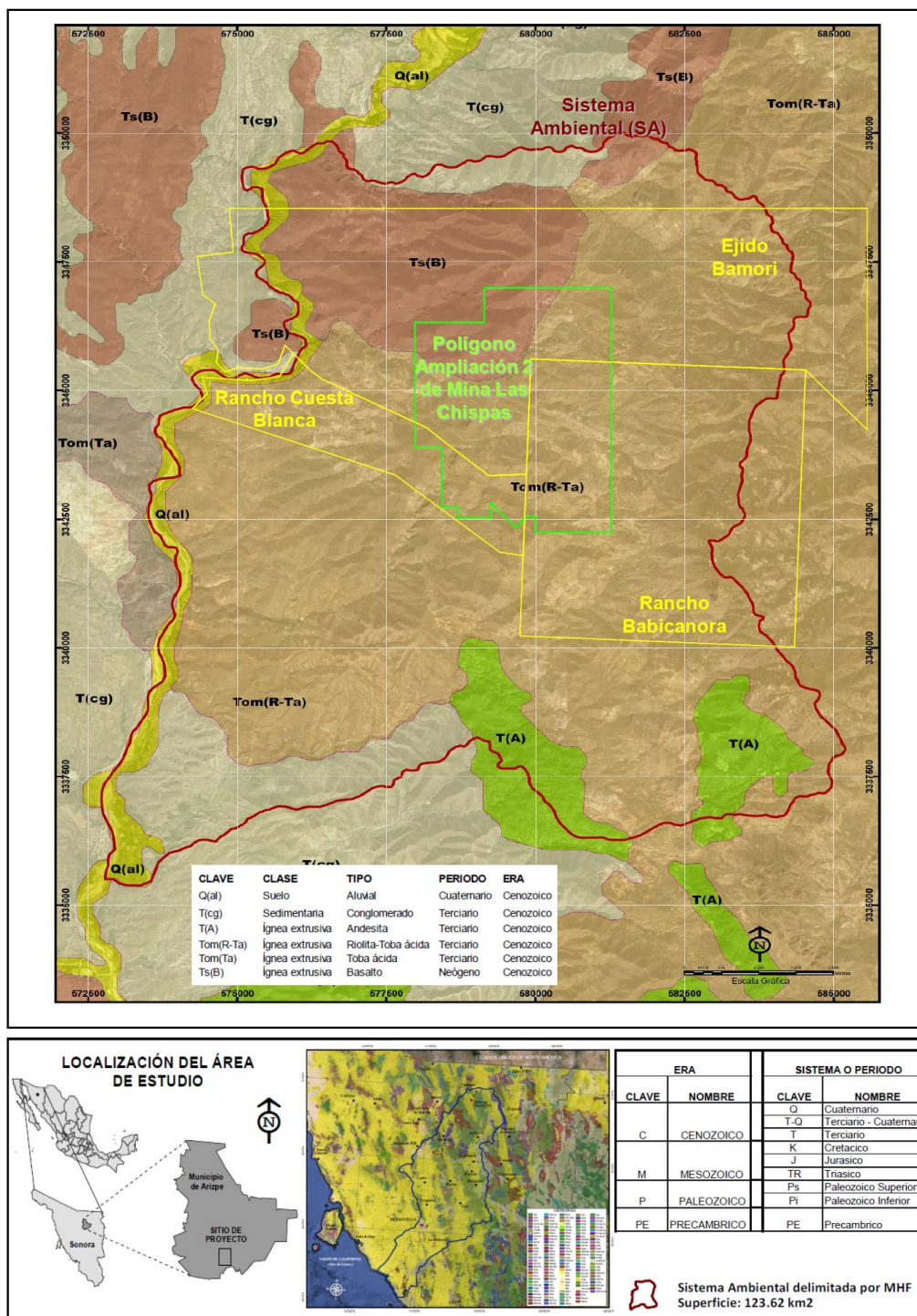


Figura III.8. Arreglo geológico del proyecto

Aluvial (Q(al)): Suelo aluvial que ocupa el Sistema Ambiental (SA) asociado mayormente al tramo del cauce del Río Sonora. Son suelos de materiales transportados o depositados en las planicies costeras y valles interiores. ... Se ubican en áreas ligeramente inclinadas o casi a nivel en las planicies costeras y valles interiores en donde el manto freático está cerca de la superficie y el drenaje por lo general es pobre. Son suelos de materiales transportados o depositados en las planicies costeras y valles interiores. Son aluviones estratificados de textura variable. Son suelos recientes o de reciente deposición y carecen de modificaciones de los agentes externos (agua, clima, etc.). Se ubican en áreas ligeramente inclinadas o casi a nivel en las planicies costeras y valles interiores en donde el manto freático está cerca de la superficie y el drenaje por lo general es pobre. Son suelos de alta productividad permitiendo agricultura intensiva y mecanizada, aptos para toda clase de cultivos. Es factible el uso de riego.

Andesita (T(A)): Es una roca ígnea, volcánica, de composición intermedia, que contiene entre unos 52 y peso 63% sílice (SiO₂). Andesitas contienen cristales compuestas principalmente de feldespato plagioclasa y uno o más de los piroxeno minerales (clinopiroxeno y ortopiroxeno) y cantidades menores de hornblenda. La andesita es la segunda roca volcánica más común en la corteza terrestre (la primera es el basalto.) La roca ígnea se compone de minerales félsicos y máficos, entre los que dominan la plagioclasa, biotita, anfíbol o piroxenos. Por la proporción de silicatos oscuros, superior al 25%, es clasificada como roca andesítica o de composición intermedia. Son del grupo de los tecto y aluminosilicatos (mezclas de albita y anortita), a lo que se debe su naturaleza confusa. Mientras que entre los anfíboles destaca la hornblenda, de color negro y verde oscuro.

Conglomerado (T(cg)): Roca ígnea epiclástica de grano grueso mayores a los 2 mm a más de 250 mm (gravilla 2-4 mm, matatena 4-6 mm, guijarro 64 - 256 mm y peñasco > 256 mm); de formas esféricas a poco esféricas y de grado de redondez anguloso a bien redondeados. Por la presencia de arcillas (matriz y/o cementante) se diferencian los siguientes tipos de conglomerados: ortoconglomerados (matriz <15 %) y paraconglomerados (matriz > 15%). Un Conglomerado es una roca sedimentaria clástica. Se forma generalmente en el ambiente fluvial. El conglomerado se compone de clastos (fragmentos) redondeados de tamaño grande. El conglomerado es un tipo de roca sedimentaria que se compone de fragmentos de rocas grandes, redondeadas contenidas dentro de una matriz de grano más pequeño de los sedimentos. Los fragmentos grandes, conocidos como clastos, pueden venir en una gran variedad de tamaños, pero todos tienen que ser de al menos dos milímetros de diámetro a fin de que la roca pueda ser clasificada como un conglomerado. Se ven muy similares en apariencia y estructura a otro tipo de roca sedimentaria conocida como brecha, pero la diferencia clave entre ambas es que los conglomerados contienen fragmentos de rocas redondeadas, mientras que las brechas contienen fragmentos de rocas angulares y puntiagudas.

Riolita-Toba ácida (Tom(R-Ta)): Roca ígnea extrusiva ácida. Esta unidad está compuesta por rocas volcánicas y volcanoclásticas de composición félsica, normalmente tobas riolíticas y riolitas. Son de color blanco a gris, intemperizando en tonalidades claras. Típicamente son muy resistentes a la erosión y el intemperismo, motivo por lo cual es común encontrarlas en topoformas altas y a veces escarpadas. La unidad riolítica sobreyace discordantemente a la unidad andesítica. En el área de estudio no se observa su límite superior. Por posición estratigráfica se considera que es representativa del intenso vulcanismo ácido del Oligoceno que caracteriza a la Sierra Madre Occidental y que más hacia el E y SW se le conoce como la Secuencia Volcánica Superior de muy amplia distribución geográfica.

Toba ácida (Tom(Ta)): Roca ígnea extrusiva ácida. Es un tipo de roca ígnea volcánica, ligera, de consistencia porosa, formada por la acumulación de cenizas u otros elementos volcánicos muy pequeños expelidos por los respiraderos durante una erupción volcánica. Se forma principalmente por la deposición de cenizas y lapilli durante las erupciones piroclásticas. Su velocidad de enfriamiento es más rápida que en el caso de rocas intrusivas como el granito y con una menor concentración en cristales. No hay que confundirla con la toba calcárea ni tampoco con la pumita.

Basalto (Ts(B)) : Roca ígnea extrusiva ácida. Se compone mayormente de piroxeno y olivino, con un alto contenido de hierro y cantidades menores de feldespato y cuarzo. Dureza: 6, muy dura. Textura: Afanítica, vesicular; áspera. Densidad: 3. El basalto es una roca ígnea extrusiva que debe su origen al enfriamiento rápido de la lava de composición química básica (45-52% SiO₂) expulsado sobre la superficie terrestre, presenta textura afanítica y se encuentra enriquecido en minerales ferromagnesianos (ricos en hierro y magnesio). El basalto suele tener color oscuro y verdoso oscuro, presenta minerales principales plagioclasa cálcica y piroxenos, y minerales accesorios de olivino, los usos comunes que tiene el basalto incluye: en la industria de la construcción, lastre de carreteras. Los basaltos suelen tener textura porfídica, además a veces presentan xenolitos que representan fragmentos del manto o corteza. Los equivalentes de rocas ígneas de grano grueso del basalto son el gabro y dolerita, respectivamente

Susceptibilidad del terreno a:

Presencia de fallas y fracturamientos

Con base en el análisis de la imagen de satélite, de fotografías aéreas y en el trabajo de campo, se reconocen en la región, y particularmente en el área de estudio, una serie de fallas, fracturas y lineamientos, mismos que reflejan diversos eventos tectónicos ocurridos durante el Terciario. Por su geometría se identifican dos tipos de lineamientos y estructuras: (1) curvilíneas y (2) rectilíneas. Las curvilíneas en general representan semicírculos a círculos imperfectos, que varían en diámetro de 250 m a casi 2 km.

Las rocas que presentan alto fracturamiento en el área de estudio corresponden a las de las rocas volcánicas especialmente las de las unidades andesítica y riolítica. Ambas presentan fracturamiento primario asociado al origen de las rocas y también secundario derivado de los eventos tectónicos que han afectado a la región. La intensidad y el estilo del fracturamiento secundario son variables espacialmente. Esto es muy evidente en las rocas pertenecientes a la unidad andesítica. Se reconocen varios juegos de fracturamientos. Los rasgos rectilíneos varían de los 100 m hasta los 3 km en longitud. Su naturaleza rectilínea sugiere que corresponden a fallas y fracturas de alto ángulo. Por su orientación se pueden agrupar en al menos 7 juegos de estructuras con rumbos: N-S, NNW-SSE, NNESSW, NE-SW, WNW-ESE, NW-SE y ENE-WSW. Si bien establecer su edad va mucho más allá del alcance de este trabajo, las relaciones cortantes y las unidades que afectan indican que estos juegos pertenecen a diversas familias de fallas generadas en distintos episodios tectónicos transtensivos del Terciario, siendo uno de las más antiguas la asociada al sistema mineralizante y el más reciente tan joven como el Plioceno o menor. Sin embargo, hay que aclarar que no existe evidencia en el área de estructuras geológicas activas.

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

Como recién se mencionó, en el área del proyecto no se reconocieron evidencias de fallas activas a las que puedan estar relacionados eventos sísmicos.

Aún más, el área está alejada de las dos zonas sísmicas reconocidas en el Estado de Sonora. La más cercana se ubica en el NE del estado, donde se ubican fallas activas en las que han ocurrido eventos telúricos en tiempos históricos (1887) afectando de la frontera hasta la población de Huásabas. La otra zona sísmica de Sonora se corresponde al Golfo de California.



Figura. III.9. Los grandes sismos de México (M>6.5).

Los puntos café representan sismos someros (profundidad menor a 50 km) mientras que los azules a sismos con profundidades mayores a 50 km. Nota: la estrella marca el sitio del proyecto

De acuerdo al esquema del Servicio Sismológico Nacional, establecido para efectos de diseño antisísmico, el proyecto se localiza en la zona B, la cual se caracteriza por una frecuencia de sismos baja.

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.



Figura. III.11. Zonas sísmicas de la República Mexicana.

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.

La zona no es susceptible de actividad volcánica y no hay evidencia en la región de que esté activo algún proceso de extrusión de magmas. El último evento que resultó en la formación de rocas volcánicas lo constituye la unidad basáltica la cual es de edad Pliocénica. Por otro lado, durante el trabajo de campo no se observaron evidencias de movimientos de masa en los sitios donde se desarrollará el proyecto minero, pues la topografía es baja y existen endientes suaves. Las pendientes inestables se dan en las zonas escarpadas de la unidad riolítica, pero las obras del proyecto están alejadas de ellas. De esta forma, no se esperan derrumbes, deslizamientos, creptación, flujos de lodo, soliflucción y otros riesgos geológicos

Fisiografía

El Sistema Ambiental (SA) pertenece a la Provincia de la Sierra Madre Occidental en su Subprovincia de Sierras y Valles del Norte, la cual se caracteriza por la alternancia de sierras alargadas separadas por valles paralelos, normalmente con orientación N-S.

Por fisiografía, el área de estudio se ubica en el borde del gran valle del río Sonora. Las formas del terreno presentes son de origen endógeno modelado y exógeno acumulativo y erosivo. De esta forma, en la porción oriental y nororiental las topoformas se pueden considerar cerros bajos de cimas redondeadas a ocasionalmente agudas, predominando así las laderas y no siendo raros los escarpes producto de la resistente litología que corona a las topoformas.

Tabla III.12. Arreglo fisiográfico del Sistema Ambiental (SA) del proyecto

Clave	Nombre de la provincia	Cuenca Río Sonora		SA		Proyecto	
		Superficie (ha)	Proporción del atributo en la cuenca (%)	Sup (ha)	Proporción respecto al atributo de la Cuenca (%)	Ocupación respecto a la Cuenca Río Sonora (%)	Respecto al SA de ocupación (%)
II	LLANURA SONORENSE	1511823	56.53%				
III	SIERRA MADRE OCCIDENTAL	1157063	43.26%	13262.00	1.15%	0.122%	10.667%
IV	SIERRAS Y LLANURAS DEL NORTE	5526	0.21%				

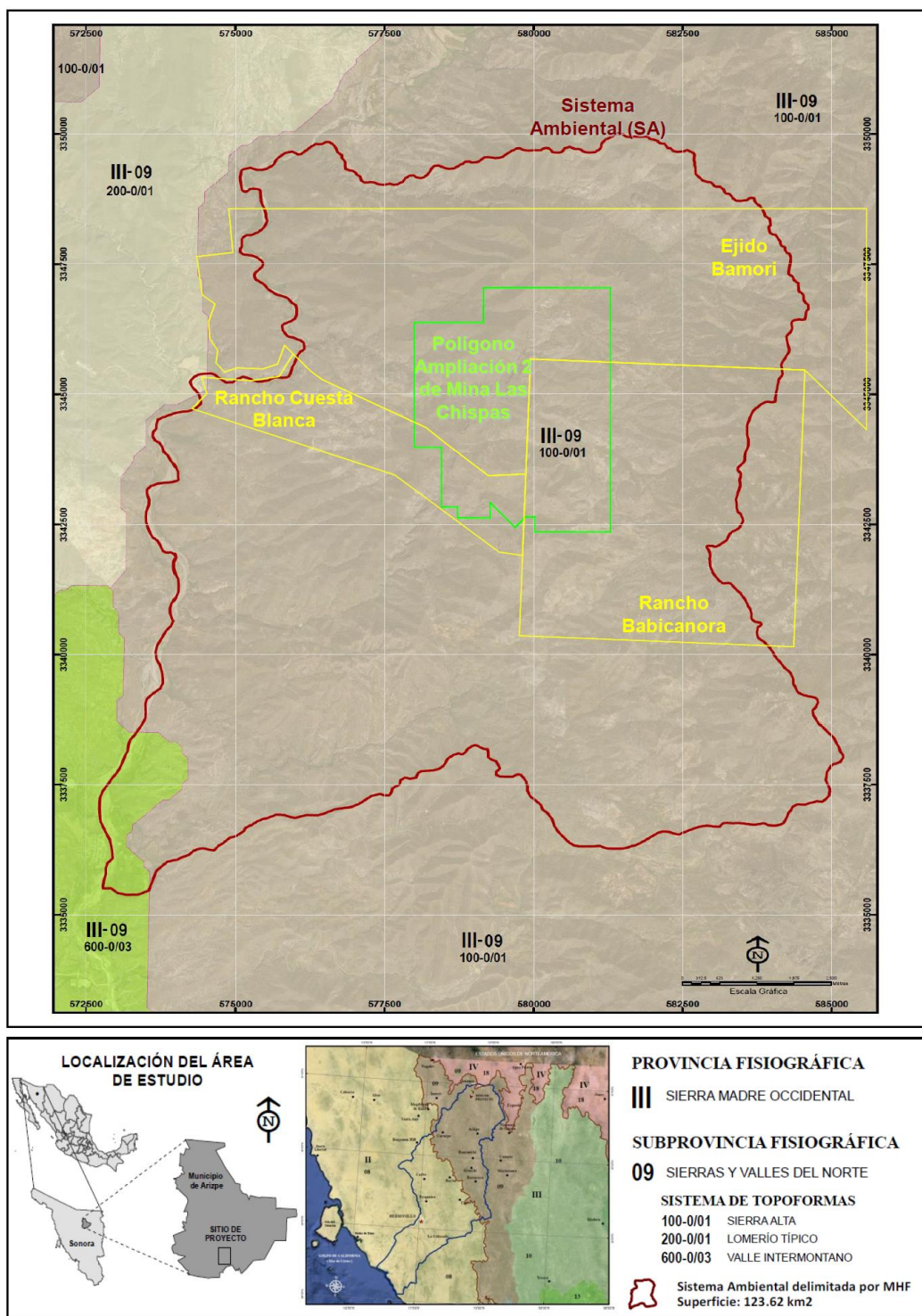


Figura III.10. Fisiografía del proyecto

Sistema de topoformas y condiciones del relieve

En general, en esta subprovincia las sierras varían en altura desde los 300 hasta los 2,600 m.s.n.m. En la región, la elevación mayor corresponde a la Sierra de Aconchi la cual alcanza los 2,180 m.s.n.m y se ubica aproximadamente a 30 km al SW.

Tabla III.13. Atributos fisiográficos del proyecto

Clave	Nombre de la subprovincia	Cuenca Río Sonora		SA		Proyecto	
		Superficie (ha)	Proporción del atributo en la cuenca (%)	Sup (ha)	Proporción respecto al atributo de la Cuenca (%)	Ocupación respecto a la Cuenca Río Sonora (%)	Respecto al SA de ocupación (%)
402-0/01	BAJADA CON LOMERÍO	822965	30.80%				
500-0/01	LLANURA ALUVIAL	118169	4.40%				
500-4/01	LLANURA ALUVIAL SALINA	16752	0.60%				
500-4/02	LLANURA DELTAICA SALINA	27146	1.00%				
200-0/02	LOMERÍO COMPLEJO	88297	3.30%				
204-0/02	LOMERÍO COMPLEJO CON BAJADAS	48376	1.80%				
220-0/02	LOMERÍO COMPLEJO CON CAÑADAS	28212	1.10%				
203-0/02	LOMERÍO COMPLEJO CON MESETAS	24727	0.90%				
200-0/01	LOMERÍO TÍPICO	20058	0.70%				
301-0/01	MESETA BASÁLTICA CON SIERRAS	10691	0.40%				
100-0/01	SIERRA ESCARPADA	12423	0.50%				
100-0/02	SIERRA ESCARPADA COMPLEJA	170074	6.40%				
102-0/02	SIERRA ESCARPADA COMPLEJA CON LOMERÍO	100098	3.70%				
600-0/01	VALLE TÍPICO	23835	0.90%				
200-0/01	LOMERÍO TÍPICO	63266	2.40%	8.067	0.01%		
100-0/01	SIERRA ALTA	938268	35.10%	12153.156	1.30%	0.151%	11.641%
600-0/01	VALLE ABIERTO DE MONTAÑA	9249	0.30%				
600-0/03	VALLE INTERMONTANO	146280	5.50%	243.243	0.17%		
600-0/02	VALLE ALUVIAL INTERMONTANO	5526	0.20%				

Como recién se mencionó, en el área del proyecto no se reconocieron evidencias de fallas activas a las que puedan estar relacionados eventos sísmicos. De acuerdo al esquema del Servicio Sismológico Nacional, establecido para efectos de diseño antisísmico, el proyecto se localiza en la zona B, la cual se caracteriza por una frecuencia de sismos baja.

La zona no es susceptible de actividad volcánica y no hay evidencia en la región de que esté activo algún proceso de extrusión de magmas. El último evento que resultó en la formación de rocas volcánicas lo constituye la unidad basáltica la cual es de edad Pliocénica

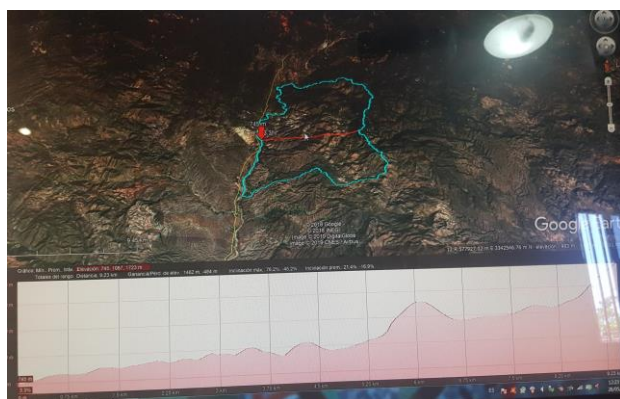
Pendiente media y porcentajes mínimos y máximos

A partir de la verificación de las curvas de nivel de las cartas topográficas de INEGI que interceptan el proyecto se revisaron las elevaciones máximas y mínimas verificando así que la posición del proyecto con respecto a las elevaciones y distancias del mismo se encuentre georeferenciado con respecto a las imágenes del software Google earth, donde con las herramientas del submenú "Mostrando Perfil de elevación", se logró obtener una simulación del eje, obteniendo los datos de totales de Rangos del perfil.

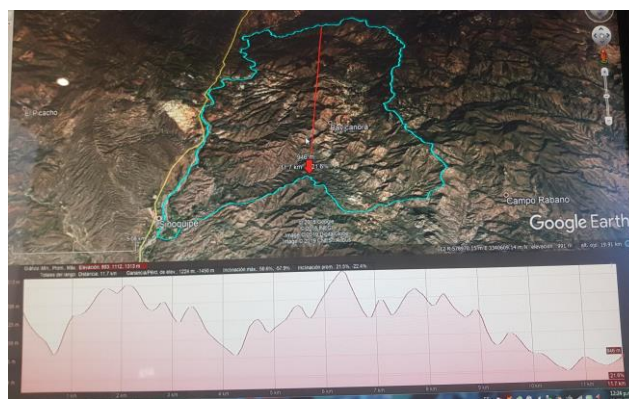
La información obtenida fue la siguiente:

Tabla III.14. Datos del perfil de elevación del proyecto Ampliación 2 de Mina Las Chispas

Sitio: Sistema ambiental (SA)		
Atributo	Perfil Este-Oeste	Perfil Norte-Sur
Inclinación promedio (rango) en %	16.9 - 21.4	21.6 - 22.4
Elevación (max-min) en m snm	745 - 1723	893 - 1313
Distancia estimada en m	9,230.00	11,700.00



SA transecto de elevaciones Este Oeste



SA transecto de elevaciones Norte -Sur

Figura III.11 Plano de Perfil de elevaciones digitales del Sistema Ambiental (SA) de referencia

3.- Suelos

Tipos de suelos

Los suelos del área de estudio corresponden con los materiales geológicos, el clima y la topografía. En general son someros encontrándose sus mayores espesores en lugares donde la topografía propicia la acumulación de material y humedad. Conforme al esquema de clasificación de la FAO/UNESCO-INEGI, en el área de estudio se encuentran diversos suelos primarios, siendo para el proyecto la ocupación del tipo leptosol y feozem.

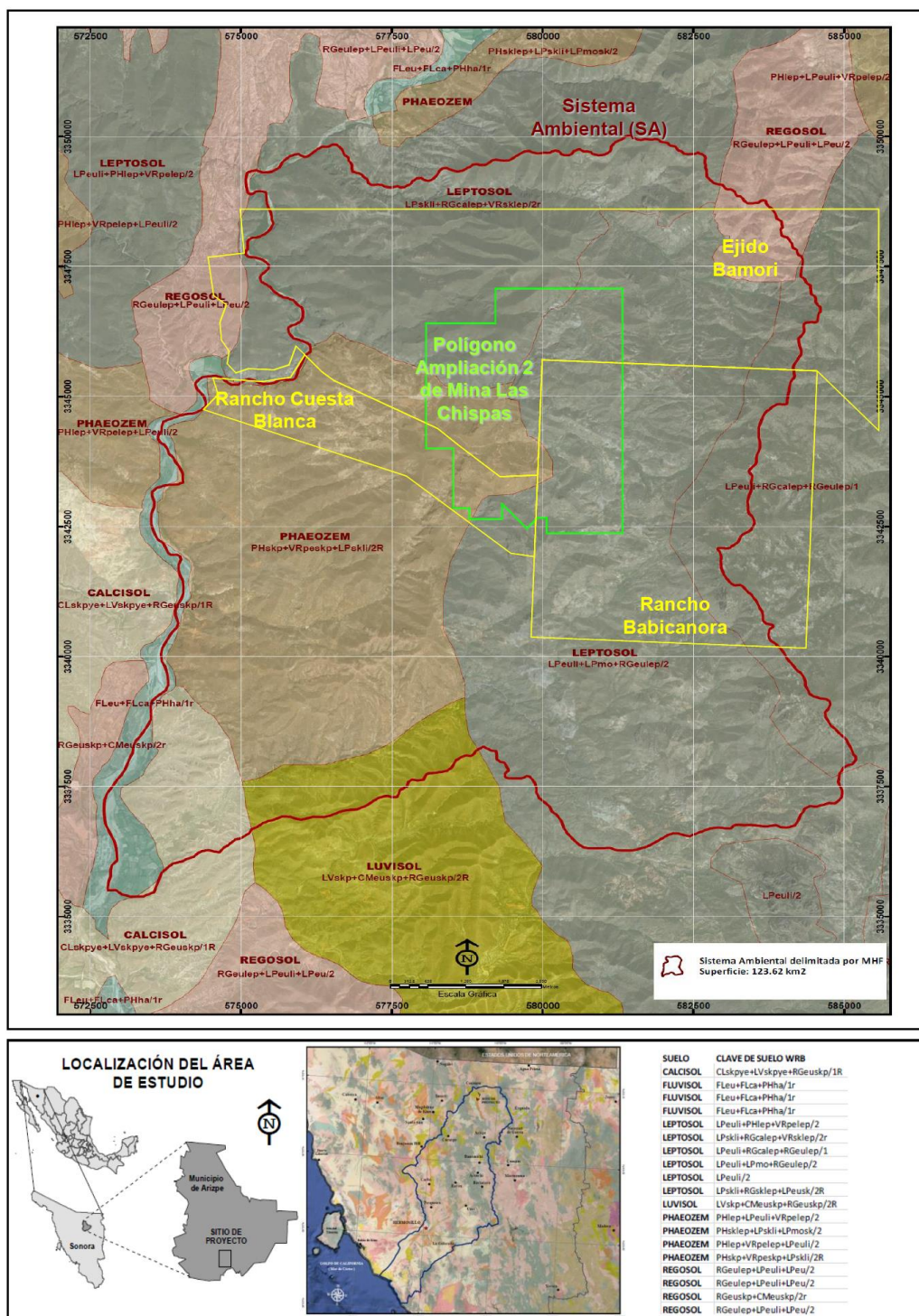


Figura III.12. Tipos de suelos para el proyecto.

Tabla III.15. Ocupación de los tipos de suelos para el proyecto.

Tipo de suelo primario	Cuenca Río Sonora		SA		Proyecto	
	Superficie (ha)	Proporción del atributo en la cuenca (%)	Sup (ha)	Proporción respecto al atributo de la Cuenca (%)	Ocupación respecto a la Cuenca Río Sonora (%)	Respecto al SA de ocupación (%)
VERTISOL	44207	1.70%				
SOLOCHAK	28294	1.10%				
REGOSOL	870016	32.50%	185.46	0.02%		
PLANOSOL	58321	2.20%				
PHAEZEM	233572	8.70%	3599.24	1.54%	0.147%	9.512%
NA	4924	0.20%				
LUVISOL	130216	4.90%	384.10	0.29%		
LEPTOSOL	754873	28.20%	7547.60	1.00%	0.142%	14.208%
FLUVISOL	72549	2.70%	231.85	0.32%		
CAMBISOL	82464	3.10%				
CALCISOL	388024	14.50%	426.21	0.11%		
ARENOSOL	6952	0.30%				

Los atributos de los tipos de suelos presentes en el sistema ambiental (SA) son los siguientes:

Regosol (R)

Son los suelos que más dominan en la cuenca con cerca del 33% de la superficie del área de estudio. Se trata de suelos sin capas distintivas, asociados por lo general a los Litosoles o afloramientos rocosos, con una textura media (M). En general son claros y se parecen bastante a la roca que les subyace cuando no son profundos. Son comunes los de origen coluvión y se caracterizan por una gran heterogeneidad, con una textura gruesa (G). Se distribuyen en la parte alta de la cuenca, en los alrededores de Cucurpe, Sinoquipe, Arizpe y Bacoachi, asociados a pendientes muy pronunciadas y rocas de naturaleza tanto volcánica como sedimentaria. En la zona media pueden presentarse sobre materiales principalmente sedimentarios, en particular en los tramos comprendidos entre Carbo y Hermosillo, así como entre Mazocahui y Banámichi, entre otros.

Feozem (H)

Suelos con capa superficial obscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes. Cubren cerca del 10 % del área de estudio y se pueden localizar principalmente en las llanuras de inundación de los ríos San Miguel y Zanjón, entre Carbo y Hermosillo, y en la parte alta del Río Sonora, en los alrededores de Cucurpe, Saracachi y Bacoachi, donde son utilizados con fines agropecuarios. Se pueden encontrar asociados principalmente con Fluvisoles y Vertisoles. En la zona alta también se pueden encontrar como unidades secundarias, sosteniendo sobre todo pastizales, su textura es media (M).

Luvisol (L)

Esta unidad agrupa los suelos con acumulación de arcillas en el subsuelo, son fértiles y frecuentemente de color rojizo, tienen en general una textura media (M). Son escasos, en la zona de estudio no rebasan el 1%, se pueden localizar en la zona alta, entre Cananea y Bacanuchi, soportando vegetación de encinos y pastos. También se pueden encontrar fuertemente erosionados, sosteniendo principalmente mezquitales poco desarrollados.

Litosol (I)

Los Litosoles junto con los Regosoles representan las unidades con mayor cobertura en el área de estudio. Son los suelos más delgados, menos de 10 cm. de profundidad, que se pueden localizar en la cuenca. Cubren el 32% del área de estudio y se localizan principalmente en las sierras, donde pueden asociarse con suelos Feozems y Luvisoles, su textura es media (M). La naturaleza del substrato geológico es variable debido a que se presenta en la mayoría de las sierras del área de estudio.

Fluvisol (J)

Suelos representativos de los cauces y llanuras de inundación, con características muy variables, originados a partir de materiales acarreados por el agua. Su textura es gruesa (G) y cubren cerca del 3% del área de estudio. Algunos sitios representativos de esta unidad se reportan en los cauces de corrientes vecinos a Huépac, Bacoachi y Rayón, donde se utilizan principalmente con fines agropecuarios.

Calcisol (C)

En las regiones más secas son frecuentes los Calcisoles. Su principal característica es que son pobres en materia orgánica. La infiltración del agua durante los periodos húmedos es muy escasa, y la fuerte evaporación durante los secos propicia la acumulación de sales o carbonatos en la superficie. El término Calcisol deriva del vocablo latino "calcarius" que significa calcáreo, haciendo alusión a la sustancial acumulación de caliza secundaria. El material original lo constituyen depósitos aluviales, coluviales o eólicos de materiales alterados ricos en bases. Se asocian con un clima árido o semiárido. El relieve es llano a colinado. La vegetación natural es de matorral o arbustiva de carácter xerofítico junto a árboles y hierbas anuales. El perfil es de tipo ABC. El horizonte superficial es de color pálido y de tipo ócrico; el B es cámbico o árgico impregnado de carbonatos, e incluso vértico. En el horizonte C siempre hay una acumulación de carbonatos. La sequía, la pedregosidad de algunas zonas, y la presencia de horizontes petrocálcicos someros, son las principales limitaciones a su utilización agrícola. Cuando se riegan y se fertilizan, es necesario que tengan buen drenaje para evitar la salinización, pueden tener una alta productividad para una gran diversidad de cultivos. Las zonas colinadas se usan preferentemente para pastizal con baja carga de ovejas y cabras.

Estado de conservación del suelo

En la definición del estado de conservación se incluyen las áreas críticas según el riesgo de erosión potencial en base a la pendiente, cobertura de la vegetación y su relación con el nivel de intervención de las obras y actividades que implican el proyecto.

La cubierta de suelo está afectada tanto por fuerzas hídricas como eólicas. Con base en lo reportado por De la O, et al, (2009) la pérdida de suelo por erosión es más significativa por el efecto eólico. Si bien estos valores no son del área del proyecto Ampliación 2 de Mina Las Chispas, en áreas de suelo normal la erosión hídrica alcanza valores tan altos como 12.533 ton/ha/año. Eólicamente se tiene un deterioro de 5.5 ton/ha.año para suelos normales como máximo. El caso particular de la erosión hídrica se considera severo por estar por arriba de las 200 ton/ha.año con base en lo establecido por el INE-SEMARNAT y Universidad Autónoma Chapingo (2007). En el año 2002, la SEMARNAT y el Colegio de Postgraduados, realizaron el estudio de la Degradación de los Suelos causada por el Hombre escala 1:250,000.

Martínez y Fernández (1983) estimaron la variación espacial de la erosión en el país a través del cálculo de la relación entre la producción de sedimentos y el área de drenaje de sus diferentes subregiones hidrológicas. De esta forma, el área donde se encuentra el sitio en estudio está ubicada en la subregión 9, la cual está definida por una degradación de suelo del orden de 2 a 3 ton/ha/año, considerada como erosión leve. Lo anterior es coincidente con la FAO que indica que, desde el punto de vista edafológico la pérdida de suelo es tolerable o posible de aceptar, sin afectar de manera importante la productividad del mismo, cuando varía de 0.4 a 1.8 ton/ha/año (FAO, 1980, citado por CP. 1991). Con fines prácticos, esta cifra ha sido redondeada a 2 ton/ha/año.

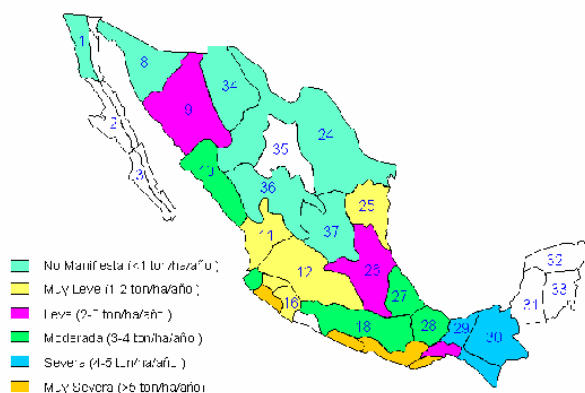


Figura. III.13. Erosión de suelos en las diferentes cuencas de la República Mexicana.

Como ya se mencionó anteriormente, estudios específicos realizados en la cuenca del Río Sonora (CEA,2005) reportan que las áreas de mayor susceptibilidad a la erosión potencial se presentan en la zona Serrana, en particular en los parteaguas de las subcuencas, lo que se atribuye principalmente a la dominancia de pendientes pronunciadas y suelos someros, no mayores de 10 cm. de profundidad (Litosoles) o bien de suelos con profundidad variable, pero con poca agregación entre sus partículas (Regosoles). En estas áreas se estimaron pérdidas potenciales con valores que pueden alcanzar entre las 700 y 7,000 ton/ha/año, que implican la pérdida de capas superficiales de suelo de entre 5 y 50 cm de profundidad.

Sin embargo, a nivel local, el municipio de Arizpe forma parte del programa implementado por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) relativo al pago por servicios ambientales hidrológicos el cual promueve la conservación y desarrollo de vegetación natural mediante la minimización de los cambios de uso de suelo. Lo anterior, debido a que el municipio forma parte de una de las subcuencas del río Sonora que poseen entre el 10-30 % de sus respectivas superficies, afectadas por erosión actual, de acuerdo a la Tabla siguiente:

Tabla III.16. Tasa de erosión por subcuenca y % de contribución a la erosión a la cuenca del Río Sonora.

Subcuencas que componen a la Cuenca del Río Sonora	Extensión (ha)	Proporción de la superficie (%)	Tasa de erosión actual en Ton/Ha	Contribución de la Subcuenca a la Erosión Total (%)
Arizpe	230,049.17	10.83	391,100	8.96%
Bacanuchi	160,659.19	7.58	375,623,	8.60%
Banámichi	559,022.64	26.37	1,368,776	31.35%
Hermosillo	119,017.94	5.61	304,885	6.98%
La junta	199,370.51	9.41	332,360	7.61%
San Miguel	421,560.13	19.89	1,146,137	26.25%
Zanjón	430,029.15	20.29	447,846,	10.26%
Totales	2,11,708.73	100	4,366,727	100.00%

Fuente: CEA (2005)

Estabilidad edafológica

Para efectos de estabilidad edafológica de los suelos se está considerando los resultados texturales y de profundidad del suelo y estructura determinadas en campo. De esta manera se puede estimar que existe una estabilidad edafológica de intermedia a pobre en virtud de que el tamaño de las partículas y la correspondiente textura es en general de tipo media, se presenta un desarrollo de moderado a débil; con fase física lítica, gravosa y pedregosa; y una capacidad de drenaje interno de moderado a excesivamente drenado.

De manera general las condiciones que rodean al proyecto presentan porosidad de suelos media a media alta (suelo semicompactado y firme), lo que está dado por la combinación de tipo textural y presencia de altos contenidos de arenas y contenidos rocosos de medianamente bajos a medios, con tamaños variables que van de grava a piedras de acuerdo a la clasificación del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos de Norteamérica (1981).

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 del proyecto 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. En detalle, se estimó la erosión para el predio, mismos que pueden ser verificables en el Capítulo IV (relativo a las estimaciones del proyecto Ampliación 2 de Mina Las Chispas).

En cuanto a las causas identificadas que afectan a los diferentes procesos de erosión del suelo, son muy diversos y a continuación se indica algunos:

- **Actividades agropecuarias:** Se definen como el manejo inapropiado de los terrenos arables. Incluye una amplia variedad de prácticas; tales como: problemas por labranza, uso de agroquímicos, uso de abonos, uso de agua de riego de mala calidad y por la quema de residuos de cosecha. Los tipos de degradación comúnmente asociados con este factor son: erosión (hídrica y eólica), compactación, pérdida de nutrientes y polución (por pesticidas y fertilizantes).
- **Deforestación y remoción de la vegetación:** Se define como la (casi) total remoción de la vegetación natural (usualmente bosque primario y secundario), en grandes extensiones territoriales, para cambiar el uso de la tierra agrícola y urbano, principalmente; para explotar comercialmente bosques a gran escala o por incendios inducidos. La deforestación frecuentemente causa erosión y pérdida de nutrientes.
- **Sobrepastoreo:** Además del común sobrepastoreo de la vegetación por el ganado, se consideran dentro de este grupo a otros factores relacionados con un número excesivo de cabezas de ganado, tal como el pisoteo. El efecto del sobrepastoreo usualmente es la compactación del suelo y/o la disminución de la cubierta vegetal, que provoca mayor erosión del suelo tanto por el agua como por el viento.

- **Actividades Industriales:** Incluye todas las actividades humanas de naturaleza (bio) industrial; minería, desfogue de industrias, aguas residuales, hasta basureros, que están relacionadas con diferentes tipos de polución (ya sea como fuentes o de forma secundaria) y con la pérdida de la función productiva.

Señalado lo anterior, el promovente contribuye de manera directa al aprovechamiento potencial de los recursos existentes y vocación de uso del suelo manifiesta, contribuyendo al desarrollo regional a través de la generación de empleos directos e indirectos. Derivado de la demanda de obra para mantener los valores productivos del promovente. Se mantendrá un programa de monitoreo ambiental y un programa de protección al ambiente en todas las áreas y fases del desarrollo del proyecto. 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.

La erosión es la remoción del suelo por la acción de agentes físicos como el agua o el viento, dando como resultado que las capas superiores y más fértiles sean sustituidas por otras pedregosas y áridas. En el área de estudio, la cubierta de suelo está afectada tanto por fuerzas hídricas como eólicas.

Otros tipos de degradación importantes son: la erosión eólica, que afecta al 15% de la superficie nacional, principalmente en las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas o secas y la degradación química (salinización y contaminación por desechos urbanos e industriales), que se encuentra principalmente en las zonas agrícolas y abarca 13 millones de ha a nivel nacional, de las cuales 6.6 corresponden a aquellas afectadas por salinidad.

Cálculo de erosión Hídrica:

Para estimar la cantidad de suelo que se pierde actualmente por erosión en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la que se incrementaría al realizar la remoción de la vegetación forestal se ha utilizado la fórmula universal de pérdida de suelos modificada con parámetros obtenidos del Manual de Ordenamiento de la SEDUE, ya que esta metodología no es la correspondiente a la ecuación universal de los suelos, la cual se emplea en el proceso de Ordenamiento General del Territorio y dada mediante la siguiente ecuación:

$$Eh = IALLU \times CAERO \times CATEX \times CATOP \times CAUSO$$

Dónde:

Eh= Erosión hídrica

IALLU= Índice de agresividad de la lluvia (variable dependiente de la precipitación media anual)

CAERO= Coeficiente de erodabilidad (variable dependiente del tipo de suelo)

CATEX= Calificación de textura y fase del suelo

CATOP= Calificación de la topografía (porcentaje de pendiente)

CAUSO= Calificación por uso del suelo (cobertura de vegetación)

La metodología requiere de la preparación de 7 pasos intermedios que se mencionan a continuación:

1. PECRE: Período de crecimiento,
2. IALLU: Índice de agresividad de la lluvia,
3. IAVIE: Índice de agresividad del viento,
4. CAERO: Coeficiente de erodabilidad,
5. CATEX: Calificación de textura y fase
6. CATOP: Calificación de la topografía,
7. CAUSO: Calificación por uso del suelo

El índice de agresividad de la lluvia por su parte (IALLU), se determina mediante la siguiente expresión:

$$\text{IALLU} = 1.1244 (\text{PECRE}) - 84.693$$

La variable **PECRE** se define como el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de vegetación. El período de crecimiento se define como el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo (media anual). Su estimación se hace con base a la expresión:

$$\text{PECRE} = 0.2408 (\text{PREC}) - 0.0000372 (\text{PREC})^2 - 88.475$$

Dónde:

PREC: Precipitación media anual (mm)

Con todo este antecedente, señalamos que la estimación de la tasa erosiva en el área proyecto se hizo mediante el modelo diseñado por la SEDUE, que como se habrá visto, comprende todas las variables de la EUPS con sus respectivos ajustes.

El dato de precipitación media anual se obtuvo del promedio de la estación meteorológica Sinoquipe la cual es la cercanas al área de estudio, con un rango de datos de 1951-2010, obteniendo una precipitación promedio de 556.5 mm. Para el resto de las variables los valores que le corresponden están en función de lo que a continuación se indica.

CAERO: Para la evaluación de la erosión laminar hídrica se elaboró la capa de coeficiente de erodabilidad (CAERO) con base en los valores que se detallan en la tabla siguiente, reclasificando la capa de edafología. Para esta variable existen los valores tabulados en la siguiente tabla considerando el tipo de suelo.

Tabla IV.17 Reclasificación de la edafología para el cálculo del coeficiente de erodabilidad

CAERO	Unidades de suelo							
0.5	Af	An	Bf	Bh	Cg	Ch	Ck	Cl
	E	Fa	Fh	Fo	Fp	Fr	Fx	Gc
	Gh	Gm	Hc	Hg	Hh	Hi	Jc	Lf
	Nd	Nc	Nh	Od	Oe	Ox	Qa	Qc
	Of	Q1	Rc	Th	Tm	U	Zm	
1.0	Ag	Ac	Bc	Bd	Be	Bg	Bk	Gd
	Ge	Gp	Jd	Je	Kh	Kk	Kl	Lc
	Lg	Lk	Lo	Ma	Hg	Ph	Pl	Rd
	Re	Sm	To	Tv	Wh	Wm	Zg	Zo
2.0	Ao	Ap	Bv	Bx	Dd	De	Dg	Gx
	I	Jt	La	Lp	Lv	Pf	Pg	Po
	Pp	Rx	Sg	Vc	Vp	Wd	We	Ws
	Wx	Xh	Xk	X1	Xy	Yh	Yk	Y1

La clase valor de CAERO es de 1.0 para suelo leptosol y feozem.

CATEX: El valor de esta variable está dado por el tipo de textura y fase de los suelos, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV.18 Textura y fase del suelo para el cálculo de la variable CATEX

CATEX	Textura y Fase
0.2	Gruesa
0.3	Media
0.1	Fina
0.5	Fase pedregosa o gravosa

Para este caso es una textura media dando un valor de **CATEX de 0.3**

CATOP: Esta variable está influenciada por la pendiente.

Tabla IV.15. Valores de la pendiente para el cálculo de la variable CATOP

CATOP	Clase de pendiente	Rango (%)
0.35	A	0 – 8
3.50	B	8 – 30
11.00	C	Mayor del 30

El valor de **CATOP es de 0.35** ya que nuestra pendiente está comprendida entre el rango 0–8% (pendiente media estimada).

CAUSO: Esta variable queda determinada a partir del uso de suelo y vegetación en el sitio. Esta capa da como resultado la erosión hídrica expresada en términos de toneladas por hectárea por año.

Tabla IV.19 Valores CAUSO a partir de los usos del suelo

Uso de suelo y vegetación	CAUSO
Agricultura de riego	0.8
Agricultura de temporal	0.8
Asentamientos humanos	0
Bosque de encino	0.1
Bosque de encino secundario	0.11
Matorral subtropical	0.10
Bosque de galería	0.05
Matorral subtropical	0.1
Matorral subtropical secundario	0.11
Chaparral	0.11
Cuerpo de agua	0
Matorral desértico micrófilo	0.15
Matorral la sarcocaula	0.15
Matorral desértico rosetófilo	0.15
Selva baja espinosa	0.15
Mezquital	0.15
Selva baja espinosa	0.12
Pastizal halófilo	0.12
Pastizal inducido	0.12
Pastizal natural	0.12
Sin vegetación aparente	0.4
Vegetación de galería	0.1
Vegetación halófila	0.12
Zona urbana	0

El valor de **CAUSO** es de **0.15** (agrupando a todos los matorrales al no señalar al subtropical), además cabe mencionar que para el escenario con la implementación del proyecto será necesario el valor de CAUSO sin vegetación aparente, el cual es 0.40. El mapa se reclasifica para obtener un mapa con 4 categorías, desde erosión nula a erosión muy alta ya que a cada clase se asignan los valores de la tabla siguiente:

Tabla IV.20. Valores para la elaboración del mapa de erosión hídrica

Categoría	Valor de la erosión laminar (ton/[Ha*año])
Ligera	Menor de 12
Moderada	De 12 a 50
Alta	De 50 a 200
Muy Alta	Mayor de 200

En la siguiente tabla se presenta el resumen de la estimación de la erosión antes y después del proyecto.

Tabla IV.21 Estimación de la erosión hídrica.

Variable	Estimación Sin proyecto	Estimación Con proyecto
	Valor	Valor
PECRE	89.383	89.383
IALLU	85.714	85.714
CAERO	1	1
CATEX	0.3	0.3
CATOP	0.35	0.35
CAUSO	0.15	0.4
Tasa de erosión/ha	1.3500	3.6000

Cálculos de erosión eólica

Para estimar la erosión eólica de los suelos se ha utilizado la Ecuación Universal de Perdida de Suelos (EUPS), que ha demostrado ser un modelo que permite medir en campo, la erosión actual y potencial además se utiliza como un instrumento de planeación para establecer las prácticas y obras de conservación de suelos para que hagan que la erosión actual sea menor que la tasa máxima permisible de erosión. La tasa máxima permisible de pérdida de suelo es de 10 t/ha mayores pérdidas significan degradación. Para estimar la erosión del suelo se puede estimar la siguiente ecuación:

$$E = (R) * (K) * (LS) * (C)$$

Dónde:

E= erosión del suelo t/ha año.

R= Erosividad de la lluvia. Mj/ha mm/hr

K= Erosionabilidad del suelo

LS= Longitud y grado de pendiente

C= Factor de vegetación.

El factor R (Erosividad) es calculado de acuerdo a la región donde se ubica la comunidad conforme a la siguiente ecuación:

$$R = 3.6752 * P - 0.00172 * P^2$$

Dónde:

R= Erosividad de la lluvia. Mj/ha mm/hr

P= Precipitación media anual de la región

Los resultados obtenidos fue 1,512.578 de acuerdo al siguiente cálculo:

R=	3.6752	(P)	-	0.00172	(P) ²
	3.6752	556.5	-	0.00172	(556.5) ²
	2045.2488		-	532.67067	
	1,512.578 Mj/ha mm/hr				

Erosionabilidad (K): La susceptibilidad de los suelos a erosionarse depende del tamaño de las partículas del suelo, del contenido de materia orgánica, de la estructura del suelo en especial del tamaño de los agregados y de la permeabilidad.

Para la estimación de este factor se utilizó el cuadro de valores estimados por Morgan, 1985 en él se muestran los valores de erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función de la textura y contenido de materia orgánica. Para esta región, donde se localiza el área de estudio los terrenos son de textura media de tipo arcillo arenoso (francos) con escasa materia orgánica evidenciada por el color claro del suelo, con un porcentaje de materia orgánica de 0.0 a 0.5, por lo que el valor de K sería de 0.014.

K=	0.014
Valores de erosionabilidad de los suelos estimados por Morgan, 1985	

Tabla IV.22 Valores de erosionabilidad de los suelos estimados por Morgan, 1985

TEXTURA	% DE MATERIA ORGÁNICA		
	0.0-0.5	0.5.-2.0	2.0-4.0
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena fina	0.016	0.014	0.010
Arena muy fina	0.042	0.036	0.028
Arena migajosa	0.012	0.010	0.008
Arena fina migajosa	0.024	0.020	0.016
Arena muy fina migajosa	0.044	0.038	0.030
Migajón arenosa	0.027	0.024	0.019
Migajón arenosa fina	0.035	0.030	0.024
Migajón arenosa muy fina	0.047	0.041	0.033
Migajón	0.038	0.034	0.029
Migajón limoso	0.048	0.042	0.033
Limo	0.060	0.052	0.042
Migajón arcillo- arenosa	0.027	0.025	0.021
Migajón arcillosa	0.028	0.025	0.021
Migajón arcillo-limosa	0.037	0.032	0.026
Arcillo-arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo-limosa	0.025	0.023	0.019
Arcilla	0.013-.029		

Longitud y Grado de pendiente (S).- Este factor considera la longitud y el grado de pendiente. De acuerdo a la estimación, resultó un valor menor, siendo 3.5%, de acuerdo a lo siguiente:

$$s = \left(\frac{H_f - H_i}{L} \right) * 100$$

$$\frac{1201-1157}{1070} * 100$$

$$3.66 \%$$

Para calcular **LS (el factor de grado y longitud de la pendiente)** se utiliza la siguiente fórmula:

$$LS = (Y^m) * (0.0138 + (0.00965) * (S) + (0.00138) * (S^2))$$

Dónde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.

Y = Longitud de la pendiente

S = Pendiente media del terreno.

m = Parámetro cuyo valor es 0.5

Considerando los valores de longitud de la pendiente y la longitud propuestas en cambio de uso del suelo, el resultado fue de 2.17.

$$LS = (r^m) * (0.0138 + (0.00965) * (S) + (0.00138) * (S^2))$$

$$LS = \frac{(1070)^{0.5}}{32.71} * (0.0138 + 0.00965 * 3.6 + 0.00138 * (3.6)^2)$$

$$LS = \frac{32.71}{32.71} * (0.0138 + 0.03474 + 0.0178848)$$

$$LS = 2.17$$

Estimación de la Erosión Actual en el del proyecto.-

Para estimar la erosión anual es necesario determinar la protección del suelo que le ofrece la cubierta vegetal y la resistencia que oponen las prácticas mecánicas para reducir la erosión.

C= **0.1**
Bosque natural de productividad baja (cobertura vegetal), entonces el valor de C sería de 0.1

$$E = (R) * (K) * (LS) * (C)$$

$$E = 4.60$$

Es decir, en erosión eólica, existe un potencial de 4.47 ton/ha de erosión en la superficie del proyecto.

IV.7.2.3. Erosión total:

Como se puede observar en la siguiente tabla la erosión total a mitigar es de 5.951ton/ha en el área de proyecto, esta erosión se obtuvo al sumar la erosión hídrica a mitigar y la erosión eólica.

De esta manera, en el escenario 1 (sin el proyecto, en las condiciones actuales del predio), el potencial de erosión del suelo es de 5.951 ton/ha en el predio (aportado en 1.35 ton/ha por erosión hídrica y 4.401 ton/ha por erosión eólica. Los procesos erosivos que ocurren de manera natural son mayormente de tipo hídrica, dada la topografía que ocurre en el sitio. De esta manera, en la valoración de erosión del suelo para el proyecto, se considera una degradación baja.

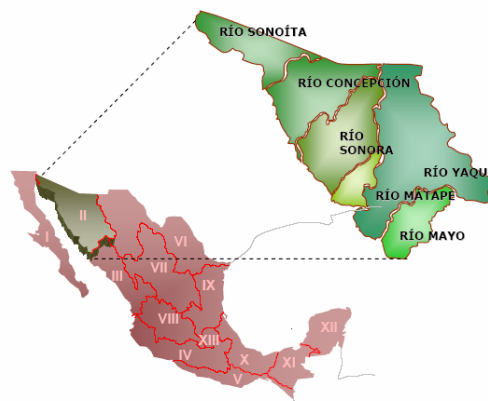
Tabla IV.23. Tasa de erosión en las condiciones actuales del predio

Escenario 1		
	Erosión	Sin Proyecto
Hídrica	Erosión/Ha	1.350
	Erosión/CUSTF	1909.876
Eólica	Erosión/Ha	4.601
	Erosión/CUSTF	6509.202
		5.951

4.- Hidrología superficial

Ubicación del predio respecto a la cuenca o microcuenca (alta, media o baja)

El área del proyecto se ubica en la Región Hidrológica 9, Sonora Sur, Cuenca D, Río Sonora, y Subcuenca b correspondiente a la porción de la cuenca del río Sonora-Banámichi localizada aguas arriba de las presa Rodolfo Félix Valdez (El Molinito), misma que se encuentra a más de 100 km aguas abajo de Banámichi. Asimismo, cae dentro de la región hidrológico-administrativa II de la Comisión Nacional del Agua (CNA) de acuerdo a la siguiente Figura:



Fuente: Comisión Nacional del Agua

Figura III.14. Macroarreglo hidrológico donde se ubica el proyecto.

El río Sonora tiene sus orígenes en el parteaguas con el río Bavispe, a una elevación de 2,400 m en la Sierra de Magallanes, a 32 km al Oriente de Cananea, Sonora. Su rumbo general en la cuenca alta es hacia el Sur, donde recibe como único afluente de importancia al río Bacanuchi, el que confluye por la margen derecha al río Sonora aguas abajo de Tahuichopa, Sonora, a 780 m de elevación.

El área queda comprendida dentro de la Región Hidrológica de CONAGUA Sonora Sur en la parte media y alta del Río Sonora, esta cuenca, se encuentra en la porción centro septentrional del estado de Sonora, comprende una extensión de 21,197.08 Km²; la precipitación media anual es de 400 mm y la pendiente general va de fuerte en el extremo noroeste, a baja, en el suroeste. El rasgo hidrológico mas notable es el Río Sonora, originado en la sierra de Cananea, el cual recorre 294 kilómetros hasta verter sus aguas en la presa Rodolfo Félix Valdez. Aguas abajo, se le unen por la margen derecha el Río San Miguel y el Río Zanjón, vertiendo sus aguas a la presa Abelardo L. Rodríguez.

El Río Sonora nace en la sierra de Cananea con una orientación norte-sur hasta el poblado de Mazocahui, donde cambia bruscamente su rumbo hacia el suroeste, hasta desembocar en la presa Rodolfo Félix Valdez "El Molinito", esta presa controla las avenidas de las partes altas, para después ser drenadas hacia la presa Abelardo L. Rodríguez, el río tiene una longitud de 294 km, en este punto se le une el Río San Miguel por su margen derecha.

El Río Sonora ocupa el tercer lugar en la región en cuanto a extensión de cuenca y magnitud de aportaciones, estas se almacenan en las presas Rodolfo Félix Valdez “El Molinito” y Abelardo L. Rodríguez, donde se tiene un área de captación de 21,197.08 Km². Su cuenca colinda por el norte con la del Río San Pedro, que se origina en el territorio mexicano y fluye hacia el norte pasando por las inmediaciones de Benson, Arizona, E.U. por el norte y oriente colinda con las cuencas de los Ríos Bavispe y Moctezuma, afluentes del Yaqui; por el sur-oriente con el Río Mátape y el Arroyo de La Bandera; por el norponiente con la cuenca del Río Asunción y por el surponiente con la del Río Bacoachi.

El río Sonora nace por diversas corrientes que lo van conformando desde su origen en el ojo de agua de Arvayo, cerca de Cananea. Dependiendo de la condiciones de lluvia llega a mantener un régimen semi perenne en su cuenca alta sosteniendo un gasto mínimo en estiaje hasta la población de Guadalupe de Ures. En años de sequía su gasto se reduce o desaparece por infiltración o recarga a los acuíferos, combinado con los aprovechamientos superficiales para riego en localidades como Banamichi, Huepac y San Felipe, quedando solo flujos apenas perceptibles en su cuenca media hasta la presa El Molinito, cerca de la localidad Molino de Camou. Desde ésta presa el flujo superficial es nulo hasta su desembocadura en el Golfo de California y la corriente se convierte en intermitente con gasto visible solo en época de lluvias. En lo que es actualmente el vaso de la presa el Molinito, operó desde 1942 la estación hidrométrica el Orégano, en la que se han registrado los mejores datos históricos que ilustran el comportamiento del flujo del río Sonora. Con la construcción de la presa El Molinito en 1993, la estación se reubicó aguas arriba de la presa denominándose El Orégano II. El registro histórico 1942-2009 se ilustra en la imagen siguiente donde se aprecia que el flujo medio en ésta estación es de 105.5 millones de m³/año, con máximos excepcionales de 250 y hasta 300 millones de m³/año.

El Río no es de régimen perenne ya que al final del período de estiaje deja de escurrir superficialmente, el gasto máximo instantáneo registrado es de 955 m³ seg⁻¹, y el mínimo 0.0. El volumen medio anual escurrido es de 98.7 millones de m³, con un máximo de 270.6 millones de m³ año⁻¹ y un mínimo de 16.57 millones de m³ año⁻¹. Como se puede apreciar, existe una fuerte variabilidad en el volumen escurrido. El coeficiente de variación del volumen escurrido es de 0.57.

El drenaje del área de estudio está constituido por una red de arroyos efímeros que conforman una red de drenaje con patrón paralelo orientado NE-SW que localmente presenta características de otros patrones, particularmente el dendrítico. En conjunto, la mayoría de las corrientes pertenecen a las cuencas de cuatro arroyos principales: Las Chispas, Babicanora, la cuesta Blanca y La Culebra, los cuales desembocan al río Sonora.

El proyecto se ubica en la porción alta central de la cuenca D Río Sonora. La zona de proyecto se localiza en el estado de Sonora, en la Región Hidrológica No. 09, Sonora Sur. Las corrientes superficiales fueron obtenidas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI.

El río Sonora tiene sus orígenes en el parteaguas con el río Bavispe, a una elevación de 2,400 m en la Sierra de Magallanes, a 32 km al Oriente de Cananea, Sonora. Su rumbo general en la cuenca alta es hacia el Sur, donde recibe como único afluente de importancia al río Bacanuchi, el que confluye por la margen derecha al río Sonora aguas abajo de Tahuichopa, Sonora, a 780 m de elevación.

Principales arroyos presentes en el área del proyecto

La corriente principal de la zona es el río Sonora, el cual ocupa el tercer lugar en la región en cuanto a extensión de cuenca y magnitud de aportaciones, las que se almacenan y regularizan en las presas El Molinito y Abelardo Rodríguez Luján; hasta ésta última se tiene un área de captación de 21,035 km². Su cuenca colinda por el Norte con la del río San Pedro, que se origina en territorio mexicano y fluye hacia los Estados Unidos de América; por el Norte y Oriente colinda con las cuencas de los ríos Bavispe y Moctezuma, afluentes del Yaqui; por el Sureste con el río Mátape y el arroyo La Bandera; por el Noroeste con la cuenca del río Asunción y por el Suroeste con la del río Bacoachi.

Tabla III.24. Atributos de la hidrología superficial para el proyecto

Clave RH	Región hidrológica	Clave cuenca	Cuenca	Clave subcuenca	Nombre subcuenca	Cuenca Río Sonora		SA		Proyecto	
						Superficie (ha)	Proporción del atributo en la cuenca (%)	Sup (ha)		Ocupación respecto a la Cuenca Río Sonora (%)	Respecto al SA de ocupación (%)
RH09	SONORA SUR	D	R. SONORA	a	R. Sonora - Hermosillo	118415	4.40%				
RH09	SONORA SUR	D	R. SONORA	b	R. Sonora - Banamichi	551557	20.60%	13262.00	2.40%	0.256%	10.667%
RH09	SONORA SUR	D	R. SONORA	c	R. Sonora - Arispe	229867	8.60%				
RH09	SONORA SUR	D	R. SONORA	d	R. Bacanuchi	161120	6.00%				
RH09	SONORA SUR	D	R. SONORA	e	R. San Miguel	424380	15.90%				
RH09	SONORA SUR	D	R. SONORA	f	R. Zanjón	432692	16.20%				
RH09	SONORA SUR	D	R. SONORA	g	A. La Bandera	154820	5.80%				
RH09	SONORA SUR	D	R. SONORA	h	A. El Bajío	147155	5.50%				
RH09	SONORA SUR	D	R. SONORA	i	A. La Poza	248413	9.30%				
RH09	SONORA SUR	D	R. SONORA	j	A. La Junta	205993	7.70%				

De manera general, se observa la existencia de 2 corrientes principales que impactan el proyecto: el río Sonora y un arroyo sin nombre, afluente del río por la margen derecha. La cuenca tiene un área de 4,448.1 km², y tiene una longitud de 136.2 km desde su nacimiento hasta el proyecto.

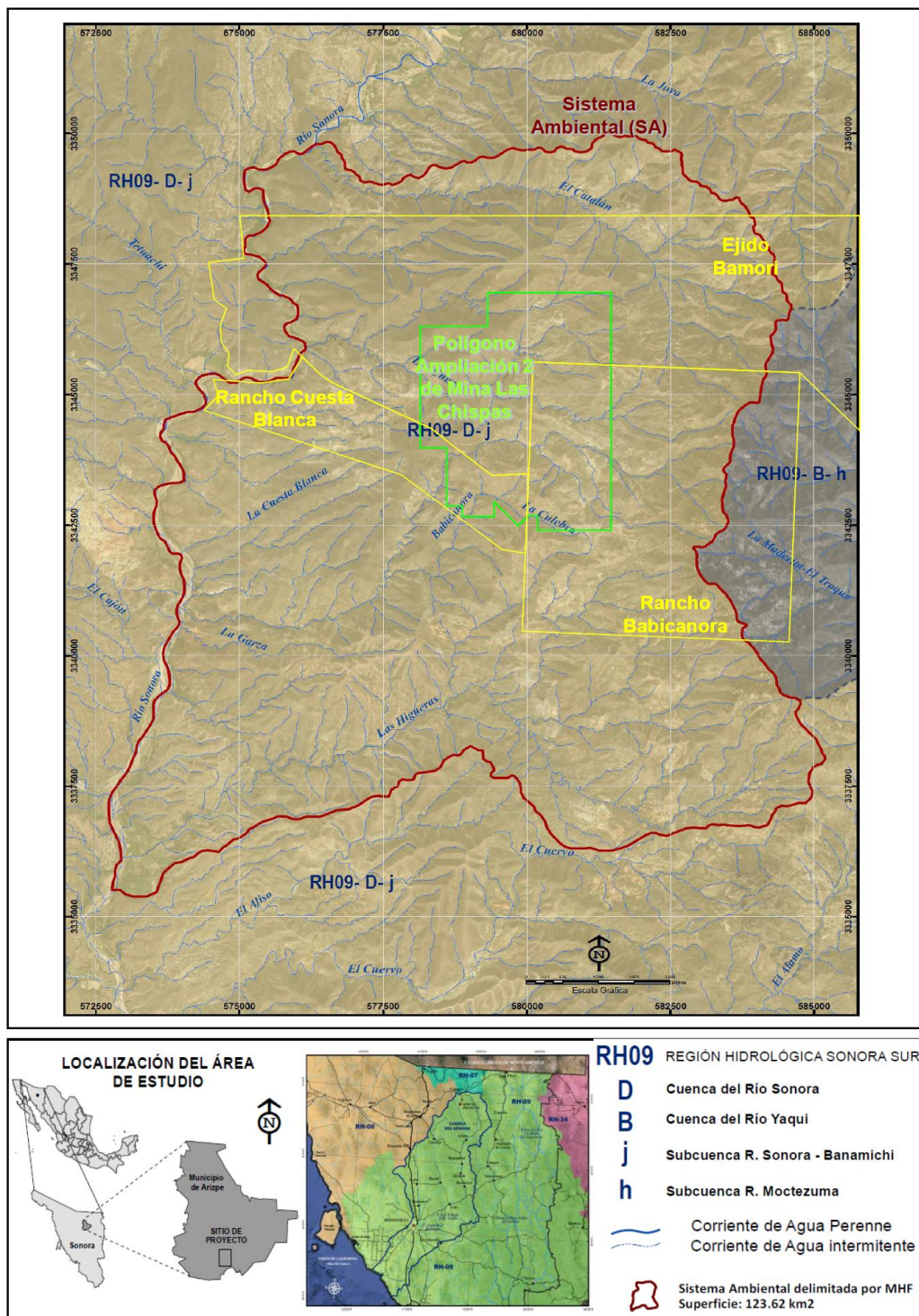


Figura III.15. Plano de Hidrología superficial en el sitio de proyecto.

El drenaje del área de estudio está constituido por una red de arroyos efímeros que conforman una red de drenaje con patrón paralelo orientado NE-SW que localmente presenta características de otros patrones, particularmente el dendrítico. En conjunto, la mayoría de las corrientes pertenecen a las cuencas de cuatro arroyos principales: Las Chispas, Babicanora, la cuesta Blanca y La Culebra, los cuales desembocan al río Sonora.

Las corrientes en la zona del proyecto son efímeras y conducen agua por muy corto tiempo después de una precipitación suficiente, por lo que no se ha logrado tomar muestras de agua de estos arroyos a la fecha.

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

De acuerdo a la información proporcionada, Mina Las Chispas se localiza en la porción Norte al Este de la Cuenca del Río Sonora, donde inmediato al proyecto existen corrientes de agua permanentes cercanas. Sin embargo no incrementan la relevancia de la afectación por las obras previstas en el proyecto, toda vez que el proyecto es de ampliación de un camino actualmente existente en el área, siendo sólo de ámbito local muy reducida.

Análisis de captación de agua

Para saber que el área captada en el proyecto no compromete el volumen que debe escurrir en el mismo y en la cuenca, o en su defecto, establecer las medidas pertinentes para la cosecha de agua que asegure al menos los volúmenes reducidos de captación, fue necesario estimar los escurrimientos superficiales que ocurren en el área. El cálculo de los caudales superficiales se considera para dos objetivos: 1) el escurrimiento medio, para estimar el volumen de agua por almacenar o retener, y 2) los escurrimientos máximos instantáneos para el diseño de obras de conservación.

La evaluación de los recursos hídricos de una cuenca requiere de una estimación correcta del balance hidrológico, es decir, comprender el ciclo en sus diferentes fases, la forma en que el agua que se recibe por precipitación y se reparte entre el proceso de evapotranspiración, escorrentía e infiltración. De acuerdo con Sánchez San Román (2001) citado por Aparicio et al., (2006), se denomina Ciclo Hidrológico al movimiento general del agua, ascendente por evaporación y descendente primero por las precipitaciones y después en forma de escorrentía superficial y subterránea. La fórmula general que se utiliza en el balance hidrológico es la siguiente:

PRECIPITACIÓN – EVAPOTRANSPIRACIÓN = ESCORRENTÍA SUPERFICIAL + INFILTRACIÓN

Cálculo del balance hídrico: La metodología utilizada para calcular el balance hídrico del área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se basó en la metodología antes mencionada. Para el cálculo del balance hídrico se tomó la ecuación citada por Pladeyra, (2003), la estimación de la precipitación, evapotranspiración real y escurrimiento se siguió la metodología mencionada por Aparicio et al., (2006).

Precipitación: Para determinar la variable de precipitación se tomó como referencia la precipitación media anual promedio, con el fin obtener el volumen total de lluvia caída en un año, de la estación 26271 Sinoquipe, en un valor promedio de 556.5 mm.

Evapotranspiración: La evapotranspiración es la conjunción de dos procesos: la evaporación y la transpiración. La transpiración es el fenómeno biológico por el que las plantas transfieren agua a la atmósfera, toman agua del suelo a través de sus raíces, una pequeña parte es para su nutrición y el resto lo transpiran.

Como es difícil medir ambos procesos por separado, y además en la mayor parte de los casos lo que interesa es la cantidad total de agua que se pierde a la atmósfera, se calculan conjuntamente bajo el concepto mixto de evapotranspiración. Existen numerosas fórmulas, teóricas o semiempíricas, y procedimientos de cálculo para estimar la evapotranspiración considerando parámetros climatológicos, agrícolas e hidrológicos. Para la estimación de la evapotranspiración se requieren los datos de precipitación y temperatura; los datos fueron obtenidos mediante el promedio de estaciones meteorológicas cercanas al área del proyecto. Para obtener la evapotranspiración se utilizó la fórmula de Coutagne:

$$ETR = P - XP2$$

Donde

ETR = Evapotranspiración real, m/año

P = Precipitación media anual, m/año

t = Temperatura media anual en °C

X= $1/(0.8+0.14t)$

Escurrecimiento: El volumen medio anual de escurrecimiento natural se determina indirectamente, mediante la siguiente expresión, con los datos aplicables al área de proyecto:

$$Ve = P * CUSTF * Ce$$

Donde

Ve = Volúmen medio anual de escurrecimiento

P = Precipitación media anual, m/año

proyecto = Superficie destinada al cambio de uso del suelo, m²

Ce = Coeficiente de escurrecimiento

Coeficiente de escurrimiento: En función del tipo y uso de suelo y del volumen de precipitación anual, de la cuenca en estudio. Se clasifican los suelos del área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en tres diferentes tipos: A (suelos permeables); B (suelos medianamente permeables); y C (suelos casi impermeables), y al tomar en cuenta el uso actual del suelo, se obtiene el valor del parámetro K, de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla IV.25. Clasificación de los suelos

Uso de Suelo	Tipo de suelo		
	A	B	C
Barbecho, arenas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.30
Cultivos:			
En hilera	0.24	0.27	0.30
Legumbres o rotación de pradera	0.24	0.27	0.30
Granos pequeños	0.24	0.27	0.30
Pastizal:			
% del suelo cubierto o pastoreo			
Mas del 75% -poco-	0.14	0.20	0.28
Del 50% al 75% - regular-	0.20	0.24	0.30
Menos del 50% -excesivo-	0.24	0.28	0.30
Bosque:			
Cubierto mas del 75%	0.07	0.16	0.24
Cubierto del 50 al 75%	0.12	0.22	0.26
Cubierto del 25% al 50%	0.17	0.26	0.28
Cubierto menos del 25%	0.22	0.28	0.30
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.32
Caminos	0.27	0.30	0.33
Pradera permanente	0.18	0.24	0.30
A Suelos permeables, tales como arenas profundas y suelos poco compactos B Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad, suelos más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos C Suelos impermeables, tales como arenas o suelos muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcilla			

Como estado inicial (sin el proyecto) se consideró tipo de suelo B Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad, suelos más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos, con uso de suelo de bosque, cubierto del 50 al 75% de acuerdo a los resultados de análisis de flora obtenido en campo. Una vez considerado el proyecto , el valor del tipo de suelo empleado es de 0.28 toda vez que el proyecto queda cubierto con menos del 25% porque el desmonte no ocurre en su totalidad al inicio del proyecto, sino gradualmente durante los 36 meses de ejecución del proyecto y es ocupado posteriormente por las obras previstas.

Una vez obtenido el valor de K, el coeficiente de escurrimiento anual (Ce), se calcula mediante alguna de las fórmulas siguientes:

K; Parámetro que depende del tipo y uso de suelo Coeficiente de escurrimiento anual (Ce)

Si K resulta menor o igual que 0.15 entonces $Ce = K (P-250) / 2000$

Si K es mayor que 0.15 entonces $Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0.15)/1.5$

Donde

P= Precipitación anual, en mm

Precipitación: La precipitación media anual se obtuvo a partir de la estación climatológica 26271 Sinoquipe con un rango de datos de 1951-2010, obteniendo una precipitación promedio de 556.5 mm.

Temperatura: Al igual que la precipitación promedio, el valor de la temperatura se obtuvo a partir de la estación climatológica 26271 Sinoquipe con un rango de datos de 1951-2010 más próxima al área de proyecto, obteniendo un valor promedio de 21.1 °C.

Volumen precipitado en la superficie del proyecto

El área de proyecto tiene una superficie de 1,414.7219 hectáreas, por lo que el cálculo del volumen de precipitación m³ es:

$$V_{p\text{proyecto}} = P * S_{\text{proyecto}}$$

Dónde:

Vp= Volumen precipitado en la superficie del proyecto

P= Precipitación en m/año

Sproyecto= Superficie del cambio de uso del suelo

Superficie	1414.7219	14147219
	mm	m
Precipitación	556.5	0.5565
Vol. precipitado en el área de CUSTF	7,872,927.37	m3

Evapotranspiración

De acuerdo a los datos de precipitación y temperatura promediados de las estaciones meteorológicas consideradas, se procedió como segundo paso a estimar el valor de la **ETR** de acuerdo con la fórmula de Coutagne:

$$ETR = P - X P^2$$

Dónde:

ETR= Evapotranspiración

P= Precipitación en m/año (0.8037 m)

X= $1/(0.8+0.14t)$, donde t= temperatura media anual de las estaciones climatológicas (4.30 °C)

Primeramente se calcula el valor **de X**, como sigue:

$$X=1/(0.8+(0.14*12.8))= 0.3858$$

Posteriormente se calcula la ETR, como sigue:

$$ETR=P-X P^2$$

El resultado obtenido se multiplica por el área de proyecto y se obtiene el volumen evapotranspirado:

Evapotranspiración	
ETR=P-X P ²	
Temperatura	21.1
P=Precipitación en m/año	0.5565
x=1/(0.8+0.14t)	0.2457
ETR=	0.4804
Evapotranspiración en el área de CUSTF	6,796,577.03

Coeficiente de escurrimiento (Ce)

Para el cálculo del coeficiente de escurrimiento se determinó el valor de K= 0.16 de acuerdo a las condiciones actuales de cobertura y el tipo de suelo presente (tipo B) en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo, por lo que se utilizó la siguiente fórmula (mayor a 0.15):

K=Parámetro que depende del tipo y uso de suelo

Coeficiente de escurrimiento anual (Ce)

Sí K es mayor que 0.15 entonces $Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0.15)/1.5$

P = Precipitación anual, 0.8037 m

Coeficiente de escurrimiento para el área sujeta a proyecto:

Ce =0.030

Volumen de escurrimiento en el área sujeta al proyecto: El volumen medio anual de escurrimiento natural se determina indirectamente, mediante la siguiente expresión:

$$\text{Vol. de escurrimiento natural} = \text{Precipitación} * \text{Área sujeta a proyecto} * \text{Coefic. De escurrimiento}$$

De acuerdo a la fórmula del volumen de escurrimiento natural se tiene para el área sujeta a proyecto:

k	0.22
K (P-250)	67.43
	2000
(K-0.15) / 1.5	0.0467
Ce	0.0868
Volumen de escurrimiento	683,212.64

Finalmente en el área de proyecto tenemos los siguientes datos de balance hídrico que nos permite obtener el resultado del volumen de agua que se infiltra en las condiciones actuales: el balance hídrico del área, destaca que en las 1,414.7219 ha del proyecto, existe un volumen total precipitado de 7,852,927.37 m³/año, con un volumen de evapotranspiración de 6,796,577.03 m³/año (equivalente al 86.33% del total precipitado), lo que deja un escurrimiento natural de 683,212.64 m³/año (8.68% del volumen precipitado) y apenas el 4.99% que se infiltra, es decir, 393,137.71 m³/año, debido a las condiciones climáticas y tipo de suelo en la Ampliación 2 de Mina Las Chispas que compone la superficie de 1,414.7219 ha del proyecto, tal como se manifiesta en la siguiente tabla:

Tabla IV.26. Estimación del balance hídrico antes del proyecto (escenario 1)

Balance hídrico	m ³ /año	%
Volumen precipitado	7,872,927.37	100
Volumen EVT	6,796,577.03	86.33
Escurrecimiento	683,212.64	8.68
Infiltración	393,137.71	4.99

5.- Hidrología subterránea

En materia de agua subterránea, el acuífero Río Sonora se encuentra dentro de la zona de veda publicada en el Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación del 2 de junio de 1967, para la apertura de nuevos aprovechamientos de aguas subterráneas. Esta disposición fue ratificada en el Decreto de fecha 19 de septiembre de 1978, y mas recientemente, en enero del 2003 la CNA publicó los estudios de disponibilidad de agua de 188 acuíferos, entre los que se incluye el acuífero 2624-Río Sonora que cubre íntegramente la cuenca alta del Río Sonora, con una superficie de 12,615 km².

Este acuífero abarca parcialmente los municipios de Arizpe, San Felipe de Jesús, Aconchi, Banámichi, Huépac, Baviácora, Ures y Hermosillo. El uso principal de este acuífero es para agricultura, seguido por el uso público urbano y finalmente por el sector pecuario. Con excepción del municipio de Hermosillo que corresponde a la Zona de Disponibilidad 4, los demás municipios mencionados que abarca el acuífero Río Sonora quedan dentro de la zona de Disponibilidad 6, según la clasificación de la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua.

La zona de este acuífero queda dentro de la jurisdicción de los Distritos de Desarrollo Rural No 144.-Hermosillo y 142-Ures, dependiente de la SAGARPA. Estructuralmente ésta Secretaría cuenta con la oficina del distrito de Desarrollo Rural con sede en la población de Ures, además de Centros de Apoyo Técnico en Carbó. La propia Dependencia ha organizado a los usuarios del sector agrícola en Unidades de Riego, las cuales se benefician con obras de aguas subterráneas como norias y pozos someros. Estas Unidades se localizan a lo largo de todo el río en Baviácora, Banámichi, Huépac, Aconchi, San Felipe de Jesús, etc. Hacia la parte baja del acuífero 2624-Río Sonora, se localiza la presa "El Molinito" la que funciona como límite de éste y el acuífero Mesa del Seri-La Victoria. De acuerdo al estudio de disponibilidad publicado por la CNA (Diario Oficial de la federación, 31 de enero, 2003) el acuífero Río Sonora se encuentra en tercer lugar en déficit de los acuíferos de la región II Noroeste, el cual es de -48,82 millones de metros cúbicos anuales.

La cifra indica que no existe volumen disponible para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Río Sonora, en el Estado de Sonora. Considerando solamente al río Sonora, la Comisión Nacional del Agua (CNA), (2002) reporta que el volumen medio anual escurrido es de 98.7 millones de m³ al año, con un máximo de 270.6 millones y un mínimo de 16.57 millones de m³ por año, con un gasto máximo instantáneo de 955 m³/seg. El principal problema de contaminación en la cuenca del río Sonora corresponde a metales pesados (CNA, 2003).

A la fecha no se han realizado estudios de caracterización geohidrológica, por lo que se desconoce la existencia de acuíferos de importancia en el área de estudio, así como la posible profundidad y dirección de movimiento del recurso hídrico subterráneo. Por otro lado, actualmente no existen aprovechamientos de agua subterránea de ningún tipo dentro de la delimitación del área ni tampoco se reconocieron manifestaciones como ojos de agua o manantiales.

Con base en las características observadas en campo y la naturaleza misma de los cuerpos de roca presentes en el área de estudio, se definieron las siguientes unidades hidrogeológicas.

Material no consolidado con posibilidades medias de ser acuífero (Clave 5). Se compone de gravas y arenas sucias, de carácter polimíctico y pobre clasificación, que se encuentran formando mesas y lomeríos alargados en la mitad occidental del área. Su baja litificación le confiere una permeabilidad que se puede considerar alta, pero se encuentra a elevaciones mayores que la unidad 1. Por tal motivo, esta unidad puede actuar más como transmisora que como receptora de agua, por lo que se le considera como material no consolidado con posibilidades medias como acuífero.

Material consolidado con posibilidades bajas de ser acuífero (Clave 3). Está constituida por rocas de naturaleza volcánicas tanto de carácter basáltico, andesítico y riolítico, que pueden presentar una cantidad relativamente alta de fracturamiento debido al enfriamiento durante la formación de las rocas pero que, se ve reducido por procesos posteriores. En estas rocas se observa en ciertos lugares abundante fracturamiento de origen tectónico, por lo que su contenido de agua puede ser de carácter localizado. En general, se le considera como material consolidado de posibilidades bajas de ser acuífero (Clave 3). Las rocas de composición basáltica, que afloran en la zona suroeste del área de estudio parecen presentar mejores posibilidades para alojar agua.

Tabla III.27. Características de la hidrología subterránea para el proyecto.

Clave	Unidad geohidrológica	Cuenca Río Sonora		SA		Proyecto	
		Superficie (ha)	Proporción del atributo en la cuenca (%)	Sup (ha)	Proporción respecto al atributo de la Cuenca (%)	Ocupación respecto a la Cuenca Río Sonora (%)	Respecto al SA de ocupación (%)
H2O	Cuerpo de agua intermitente	586	0.00%				
6	Material no consolidado con posibilidades bajas	153722	5.70%				
5	Material no consolidado con posibilidades medias	488725	18.30%	1395.278	0.29%		
4	Material no consolidado con posibilidades altas	833960	31.20%				
3	Material consolidado con posibilidades bajas	1190089	44.50%	11009.188	0.93%	0.119%	12.850%
2	Material consolidado con posibilidades medias	7330	0.30%				

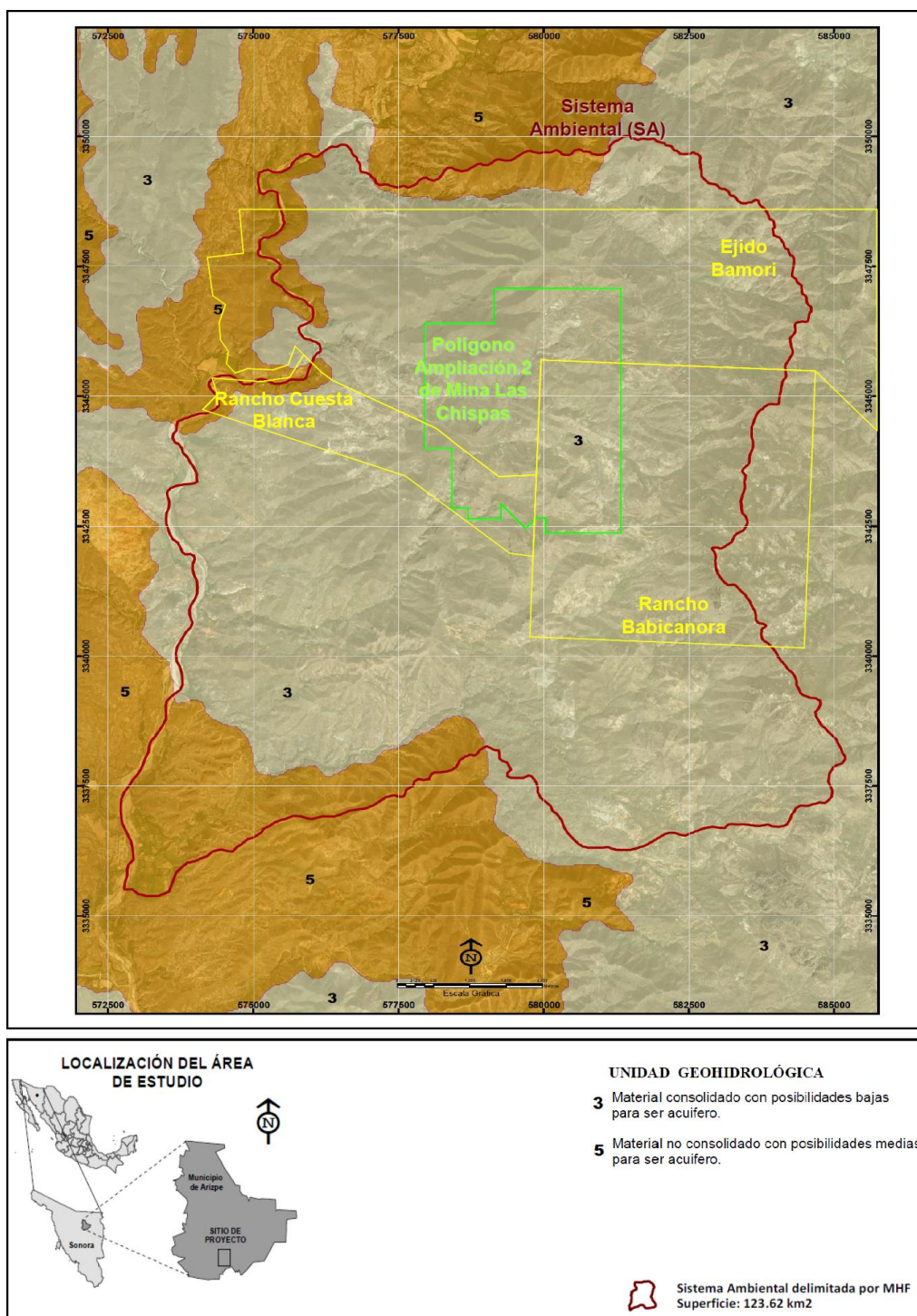


Figura III.16. Plano de Hidrología subterránea en el sitio de proyecto.

El acuífero Río Sonora se encuentra dentro de la zona de veda publicada en el Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación del 2 de junio de 1967, para la apertura de nuevos aprovechamientos de aguas subterráneas. Esta disposición fue ratificada en el Decreto de fecha 19 de septiembre de 1978, y mas recientemente, en enero del 2003 la CNA publicó los estudios de disponibilidad de agua de 188 acuíferos, entre los que se incluye el acuífero 2624-Río Sonora que cubre íntegramente la cuenca alta del Río Sonora, con una superficie de 12,615 km². Este acuífero abarca parcialmente los municipios de Arizpe, San Felipe de Jesús, Aconchi, Banámichi, Huépac, Baviácora, Ures y Hermosillo. El uso principal de este acuífero es para agricultura, seguido por el uso público urbano y finalmente por el sector pecuario.

Con excepción del municipio de Hermosillo que corresponde a la Zona de Disponibilidad 4, los demás municipios mencionados que abarca el acuífero Río Sonora quedan dentro de la zona de Disponibilidad 6, según la clasificación de la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua. La zona de este acuífero queda dentro de la jurisdicción de los Distritos de Desarrollo Rural No 144.-Hermosillo y 142-Ures, dependiente de la SAGARPA.

De acuerdo al estudio de disponibilidad publicado por la CNA (Diario Oficial de la federación, 31 de enero, 2003) el acuífero Río Sonora se encuentra en tercer lugar en déficit de los acuíferos de la región II Noroeste, el cual es de -48,82 millones de metros cúbicos anuales.

La cifra indica que no existe volumen disponible para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Río Sonora, en el Estado de Sonora. Para la subcuenca Banámichi, se reportan 497 aprovechamientos subterráneos. El análisis indica que el uso agrícola representa el 89.19 % del total. En segundo lugar se encuentran los usos múltiples con un 5.40%, en tercer lugar el uso público urbano, con un 4.15 %; y en cuarto lugar se tiene el uso pecuario, con un 1.20 %. El uso industrial está representado por 2 aprovechamientos, por lo que el porcentaje es muy cercano al 0%.

El acuífero del “Río Sonora” está contenido en un medio poroso y permeable constituido de boleos, gravas, arenas, no consolidados, restringidas a los cauces del río y arroyos tributarios, presentan buena porosidad granular y por tanto son sedimentos regularmente de buena permeabilidad y más aún cuando presentan buena clasificación. Estos sedimentos constituyen actualmente el acuífero de la localidad. Es del tipo libre cuyas fronteras laterales corresponden a rocas ígneas intrusivas del tipo granítico y extrusivas del tipo riolítico y andesítico. En algunas zonas como en los valles de Ures y San Felipe de Jesús, donde el acuífero presenta sus mayores dimensiones de amplitud, aflora la formación Baucarit que es un complejo conglomerático de mediana a baja permeabilidad. La profundidad del basamento impermeable varía desde unos 15 m en los estrechamientos del cauce a unos 200 m donde este es más extenso.

En los materiales Cuaternarios aluviales y fluviales del río Sonora desde la población de Arizpe hasta la confluencia con el río San Miguel, los niveles del agua subterránea se encuentran a profundidades que varían entre 1 y 30 metros. Las profundidades mayores se encuentran en la zona baja de la subcuenca, del Molino de Camou hasta dicha confluencia; el rango de variación es de 15 a 20 metros, aumentando en el sentido del Río Sonora. En la parte alta de la subcuenca, los niveles del agua subterránea se encuentran entre 1 y 15 metros, con una distribución muy irregular.

En los materiales conglomeráticos del Terciario, los niveles del agua se encuentran a profundidades que varían entre 15 y 60 metros. En el área conocida como Mesa del Seri, la profundidad de dichos niveles es de 15 a 30 metros, y en el área de la Cadena y La Resolana, varía entre 30 y 60. Las curvas de igual profundidad al nivel estático en estas dos áreas, reflejan los efectos del bombeo; y de la comparación de éstas profundidades con las que existían en 1970, en términos generales entre 10 y 50 metros resulta evidente la influencia de la explotación: En estas áreas, los niveles han descendido desde 1970 a la fecha entre 5 y 12 metros.

El flujo subterráneo sigue sensiblemente las mismas direcciones que el escurrimiento superficial. Las elevaciones del nivel estático varían entre 685 msnm en la cabecera del valle, a la altura del poblado de Sinoquipe, y unos 215 msnm en la confluencia de los ríos Sonora y San Miguel, en las proximidades de la Presa Abelardo L. Rodríguez. De Sinoquipe a Mazocahui las elevaciones del nivel estático varían entre 685 y 480 msnm con un gradiente medio de flujo de 3.5 al millar.

Las configuraciones de sólidos totales disueltos en ppm de la subcuenca del Río Sonora. En la parte correspondiente a la zona más alta de la subcuenca, se puede observar que el total de sólidos en solución en el agua subterránea, varían entre 350 y 660 ppm, encontrándose las más bajas en la cabecera de la subcuenca (proximidades de Banámichi) e incrementándose gradualmente en el sentido del río, hasta el Cahui, donde se tienen las mayores concentraciones de STD. Esta variación confirma la dirección del flujo subterráneo, deducida de las curvas de igual elevación del nivel estático. El rango de valores en que se encuentra la concentración de STD, en el agua subterránea de esta porción de la subcuenca, permite inferir que los materiales que constituyen el acuífero deben ser de alta permeabilidad y que el agua es de relativa reciente infiltración.

En la porción intermedia de la subcuenca, donde se localizan los valles de Ures y Topahue la concentración de STD, varía de 400 a 700 ppm. La distribución del anión sulfato es semejante a la de STD, las menores concentraciones se localizan en la parte alta de la cuenca, entre Sinoquipe y Banamichi, en concentraciones de 50 a 90 ppm, conforme el agua circula por el río va incrementando su contenido de sulfatos hasta del orden de 200 a 250 ppm en la porción baja del río; únicamente se observaron altas concentraciones de sulfatos en las cercanías de Baviácora.

Las concentraciones de bicarbonato varían de menos de 250 a 500 ppm, las menores concentraciones se localizan en la cabecera de la cuenca, y las mayores de Baviácora a Mazocahui., lo cual indica que la zona de mayor precipitación pluvial se encuentra entre las poblaciones antes mencionadas. Los contenidos de Calcio varían de 60 a 250 ppm, las concentraciones menores se localizan en la parte alta de la cuenca y las mayores cerca de Baviácora. La distribución del ion Sodio en esta cuenca es de 50 a 70 ppm; únicamente una noria en Huepac presenta contenidos del orden de 150 ppm. En general, la distribución de este elemento es muy homogénea en la cuenca. Dentro de este acuífero, se censaron 638 obras de captación de agua subterránea, de las cuales 447 son norias, 182 pozos profundos, 7 tajos y 2 manantiales, estos últimos son características termales (60° C).¹

IV.3.1.2 Medio biótico.

a) Tipos de vegetación y flora

El análisis de la vegetación identificada en el sistema ambiental (SA) se basó y fundamentó en el tipo de vegetación que será removida como consecuencia del cambio de uso de suelo en el proyecto. En este proyecto, de acuerdo a la Guía para la Interpretación de Cartografía Uso de Suelo y Vegetación, Serie III del INEGI ocurre el tipo de vegetación de matorral subtropical (MST) y bosque de encino (BQ) objeto del análisis en esta solicitud.

El reconocimiento de los parámetros poblacionales fue realizado para el área del proyecto y su equivalente en muestro en la zona circundante (SA), tomando en cuenta las áreas que serán afectadas directamente por la ejecución del proyecto, donde se puede notar que los recursos bióticos no han sido modificados substancialmente. Los parámetros poblacionales que se midieron fueron densidad, dominancia y frecuencia; de la suma de éstos se obtiene el valor de importancia de las especies, el cual revela la importancia ecológica relativa de cada especie en cada muestra (Müller-Dumbois & Ellenberg, 1974; Franco, 1991). Se obtuvo además el índice de diversidad de Shannon-Weiner, equidad de Pielou y abundancia del proyecto, asociado a las estimaciones de biomasa forestal por producto, estrato y especie inventariada. El detalle de la metodología se describe más adelante.

¹ UMAFOR No. 2607. Unidad de Producción Regional del Río Sonora, A.C.

De acuerdo a lo anterior, el esfuerzo de muestreo se concentró en áreas con vegetación de tipo matorral subtropical (MST) y bosque de encino (BQ), en donde se llevó a cabo un muestreo y el registro de los datos de las especies forestales identificadas para la identificación de la riqueza y diversidad vegetal de cada comunidad vegetal, así como el reconocimiento de especies catalogadas bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010 de existir. El estudio de la vegetación terrestre en el área de proyecto se realizó en octubre de 2018 realizando sitios de muestreo útiles como se destaca más adelante para el proyecto Ampliación 2 de Mina Las Chispas. Con lo anterior se obtuvieron datos para el procesamiento y cumplimiento de los términos de referencia arriba señalados para este tipo de estudios. Las características revisadas de flora y vegetación se detallan más adelante.

Los tipos de vegetación presentes en el área de estudio fueron identificados con base en la consulta bibliográfica apropiada para la región, como son la clasificación de varios autores en los que se incluyen: Rzedowski (1966, 1978, 1981), Rzedowski, J. y Reyna Trujillo (1990), COTECOCA (1974), Brown (1982) y la cartografía disponible de INEGI relativa a la temática "Uso del Suelo y Vegetación, escala 1:250,000 Serie III de INEGI (INEGI, 1985). Con especial atención para la descripción general de la vegetación existente equivalente al matorral subtropical (MST), fue realizada la verificación en campo para comprobar la coincidencia de tales arreglos. Para obtener el inventario florístico del lugar se realizaron recorridos en extenso por el área de estudio para incluir aquellas especies de escasa ocurrencia y que probablemente no fueron contabilizadas en los muestreos sistemáticos. El inventario se enriqueció durante la medición de parámetros poblacionales, permitiendo corroborar la información obtenida, así como reforzar la nomenclatura científica cuando se localizaban individuos con un mayor número de estructuras que favorecieran su identificación taxonómica. La identificación de las especies vegetales se realizó *in situ*, utilizando como material de apoyo la bibliografía indicada para los tipos vegetativos ya citados y por la comparación morfológica de las estructuras observadas en campo. El nombre común fue proporcionado por los lugareños, en especial por el guía de apoyo en campo, así como del listado de las Especies Mexicanas de Martínez (1987). El arreglo de la información 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. Obtenido el inventario florístico total del sitio, se comparó 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, así como las sujetas a protección especial, para identificar aquellos especímenes con algún estatus de riesgo. En este caso no existieron especies enlistadas en dicha Norma para el proyecto.

En la revisión de la estratificación vertical en el sitio, las formas involucradas se clasificaron en apego a Rzedowski (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.

El análisis de la vegetación identificada en el sistema ambiental (SA) se basó y fundamentó en el tipo de vegetación que será removida como consecuencia del cambio de uso de suelo en el proyecto. En este proyecto, de acuerdo a la Guía para la Interpretación de Cartografía Uso de Suelo y Vegetación, Serie III del INEGI ocurre el tipo de vegetación de matorral subtropical (MST) y bosque de encino (BQ) objeto del análisis en esta solicitud. La siguiente tabla muestra dicho arreglo:

Tabla III.28. Arreglo del tipo de vegetación en la cuenca del Río Sonora y su ocupación por el Sistema Ambiental (SA) del proyecto.

Clave	Nombre del uso del suelo y/o tipos de vegetación	Cuenca Río Sonora		SA		Proyecto	
		Superficie (ha)	Proporción del atributo en la cuenca (%)	Sup (ha)	Proporción respecto al atributo de la Cuenca (%)	Ocupación respecto a la Cuenca Río	Respecto al SA de ocupación (%)
ZU	ZONA URBANA	13119	0.50%				
TA	AGRICULTURA DE TEMPORAL	2450	0.10%				
RA	ZONA AGRICOLA	124465	4.70%	340.914	0.27%		
PI	PASTIZAL INDUCIDO	58717	2.20%	2.192	0.00%		
H2O	CUERPO DE AGUA	5919	0.20%				
DV	DESPROVISTO DE VEGETACION	7187	0.30%				
AH	ASENTAMIENTOS HUMANOS	3673	0.10%				
ACUI	GRANJA ACUICOLA	6135	0.20%				
		221665	8.30%				
VU	VEGETACION DE DUNAS COSTERA	459	0.00%				
VSA/SBC	SELVA BAJA CADUCIFOLIA	3930	0.10%				
VSA/PN	PASTIZAL NATURAL	42942	1.60%				
VSA/MST	MATORRAL SUBTROPICAL	93859	3.50%				
VSA/MSC	MATORRAL SARCOCAULE	11425	0.40%				
VSA/MKX	MEZQUITAL XEROFILO	40687	1.50%				
VSA/MDM	MATORRAL DESERTICO MICROFILO	14251	0.50%				
VSA/BQ	BOSQUE DE ENCINO	83350	3.10%				
VSA/BPQ	BOSQUE DE PINO-ENCINO	74	0.00%				
VH	VEGETACION HALOFITA	13539	0.50%				
VG	VEGETACION DE GALERIA	6199	0.20%				
SBC	SELVA BAJA CADUCIFOLIA	116	0.00%				
PN	PASTIZAL NATURAL	140253	5.20%	225.658	0.16%		
PC	PASTIZAL CULTIVADO	142879	5.30%				
MST	MATORRAL SUBTROPICAL	426762	16.00%	9762.263	2.29%	0.292%	12.772%
MSCC	MATORRAL SARCO-CRASICAULE	7031	0.30%				
MSC	MATORRAL SARCOCAULE	175190	6.60%				
MKX	MEZQUITAL XEROFILO	507649	19.00%				
MK	MEZQUITAL	45695	1.70%	55.738	0.12%		
MDM	MATORRAL DESERTICO MICROFILO	503950	18.80%	470.046	0.09%		
MC	MATORRAL CRASICAULE	1029	0.00%				
BQP	BOSQUE DE ENCINO-PINO	6087	0.20%				
BQ	BOSQUE DE ENCINO	177486	6.60%	1547.656	0.87%	0.095%	10.850%
BPQ	BOSQUE DE PINO-ENCINO	2603	0.10%				
BP	BOSQUE DE PINO	146	0.00%				
BJ	BOSQUE DE TASCATE	4704	0.20%				
BI	BOSQUE INDUCIDO	231	0.00%				
BG	BOSQUE DE GALERIA	221	0.00%				

Lo anterior verificado por el plano de tipos de vegetación del Sistema Ambiental (SA) que se muestra a continuación:

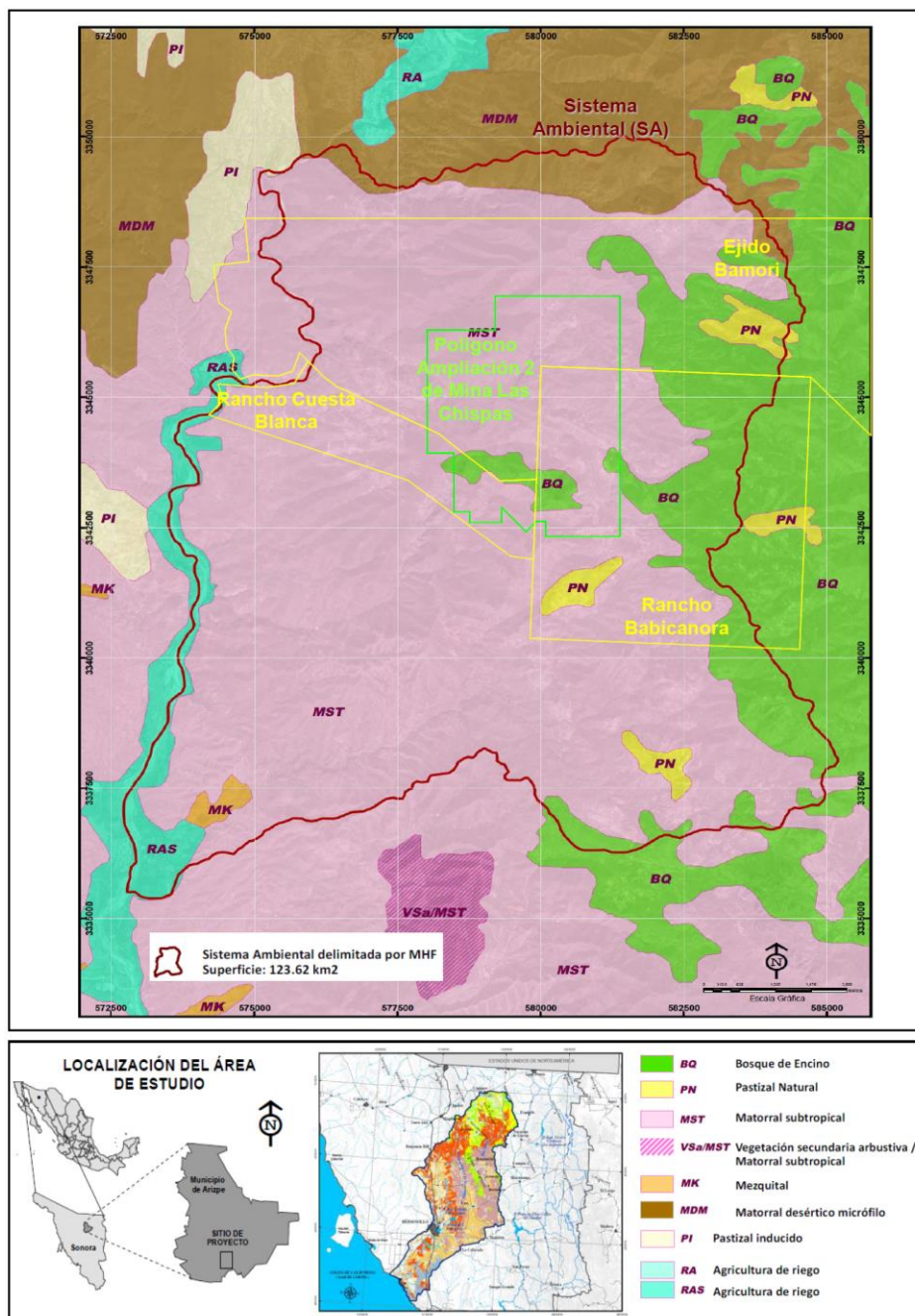


Figura III.17. Plano de vegetación donde se localiza el Sistema Ambiental (SA).

Zona agrícola (ZA)

Áreas destinadas a terreno agrícola mayormente de temporal dentro del Sistema Ambiental (SA). Se trata de zonas desprovistas de vegetación natural o que ésta no es aparente, y por ende no se considera bajo alguno de los conceptos de vegetación antes mencionados, incluyéndose bajo este rubro los eriales, depósitos litorales, jales, dunas y bancos de ríos. Cabe aclarar, que en el sitio no se observan individuos con signos de incendios, plagas, enfermedades, principalmente.

Pastizal inducido (PI)

Este pastizal se presenta como resultado de la eliminación de la cubierta vegetal en cualquier tipo de vegetación; como es el caso, en el área de influencia del proyecto, donde se observan en bosques alterados de *Pinus* y de *Quercus*, característicos de las zonas montañosas de Sonora. Entre los géneros a que pertenecen las gramíneas dominantes pueden citarse: *Andropogon*, *Aristida*, *Bouteloua*, *Bromus*, *Hilaria*, *Muhlenbergia*, *Stipa* y *Trachypogon*.

Mezquital (MK)

Esta comunidad vegetal se caracteriza por la dominancia de diversas especies de mezquites *Prosopis*, principalmente *P. glandulosa*, *P. glandulosa* var. *torreyana* y *P. velutina*, presentando formas de crecimiento arbustiva en condiciones de aridez y arbórea en condiciones de humedad. Se desarrolla frecuentemente en terrenos de suelos profundos y en aluviones cercanos a escorrentías. Es común encontrar esta comunidad mezclada con otros elementos espinosos e inermes que también se encuentran en los matorrales adyacentes como micrófilo o sarcocaulé como palo fierro (*Olneya tesota*), palo verde (*Parkinsonia*, spp.), uña de gato (*Acacia* spp.), piojito (*Caesalpinia palmeri*), rama blanca (*Encelia farinosa*), asociada con cactáceas como pitaya, sina y choya. En su mayor parte de su distribución geográfica se observan mezquites jóvenes de tallos delgados y muy ramificados, originado por el estímulo del ramoneo del ganado habiendo extendido su superficie a expensa del pastizal natural en las últimas décadas, aunado, a desmontes para el cambio de uso de suelo. En áreas próximas al pastizal se considera al mezquite como especie invasora, ya que, el sobrepastoreo elimina el material combustible para eliminar los arbustos espinosos, mientras el ganado esparce las semillas al consumir las vainas del mezquite en los potreros.

Se considera que el Mezquital, es la comunidad vegetal donde presenta el mayor disturbio originado por las especies que se encuentran presentes que se utilizan en la ganadería extensiva aprovechándose tanto gramíneas forrajeras como elementos arbustivos. Lo anterior ha provocado un sobre aprovechamiento de algunas especies como mezquite y palo fierro que su madera es utilizada para diversos usos como carbón vegetal, elaboración de artesanías, principalmente, aunado, a que su presencia sobre llanos y lomerío bajos que favorecen el establecimiento de praderas de zacate buffel. Así mismo, debido a las características del suelo donde se localiza es eliminado constantemente para incorporar terrenos a la agricultura.

Pastizal natural (PN)

En esta clasificación incluye aquella cubierta vegetal donde el papel dominante lo desempeñan las gramíneas, con una altura media de 0.5 a 1 metro, se localiza en la zona de transición entre el bosque de encino abierto y matorrales xerófilos como mezquiales y matorrales desérticos. En el área, el pastizal se distribuye sobre lomeríos suaves, bajíos y pequeñas planicies hasta altitudes de poco más de 1,300 msnm en suelos someros a profundos. Las especies más comunes que componen este tipo de vegetación son: popotillo *Bothriochloa barbinodis*, banderilla *Bouteloua curtipendula*, navajita común *Bouteloua gracilis*, navajita morada *Bouteloua chondrosioides*, zacate llanero *Eragrostis intermedia*, zacate lagunero *Chloris virgata*, zacate gigante *Leptochloa dubia*, zacate galleta *Hilaria belangeri*, navajita velluda *Bouteloua hirsuta*, navajita negra *Bouteloua eriopoda*, navajita alacrán *Bouteloua scorpioides*, zacate araña *Aristida ternipes*, zacate toboso *Hilaria mutica* y en bajíos con presencia de sales en el suelo se encuentra el zacatón alcalino *Sporobolus airoides*. Los componentes arbóreos que se encuentran entre las gramíneas son: encino bellotero *Quercus emoryi*, encino blanco *Quercus arizonica*, bellota de cochi *Quercus oblongifolia*, táscate *Juniperus coahuilensis* y *J. monosperma*, mezquite *Prosopis velutina*. En el estrato arbustivo se puede identificar a gatuño *Mimosa biuncifera*, uña de gato *Mimosa dysocarpa*, cósahui del norte *Calliandra eriophylla*, ocotillo *Fouquieria splendens*, vinorama *Acacia constricta*, lechugilla *Agave palmeri*, dátíl *Yucca arizonica* y *Echinocereus rigidissimus*. Este tipo de vegetación por su abundancia de gramíneas tradicionalmente ha sido aprovechado para la actividad ganadera, sin embargo, el sobrepastoreo ha favorecido la pérdida de suelo por procesos erosivos. La eliminación del material combustible por sobrepastoreo ha afectado al régimen natural de los incendios, lo que ha permitido el establecimiento de arbustos leñosos como mezquites, uña de gato y cósahui del norte, principalmente, modificando la estructura y composición del pastizal en un degradado mezquital que avanza progresivamente, por la dispersión de las semillas del mezquite por el ganado.

Matorral subtropical (MST)

En este arreglo vegetativo se encuentra el predio. El Matorral se encuentra en las partes medias de la cuenca, entre las curvas de nivel 200-1900 m.s.n.m. la erosión del suelo no es apreciable en algunos casos, y en otros sí es apreciable. Este tipo de vegetación se localiza únicamente en el estado de Sonora, sobre la cuenca del Río Sonora. Esta comunidad vegetal se conforma por arbustos o árboles bajos, inermes o espinosos que se desarrolla en una amplia zona de transición ecológica entre la Selva Baja Caducifolia y los bosques templados (de Encino o Pino-Encino) y matorrales de zonas áridas y semiáridas. La mayor parte de las plantas que la constituyen pierden su follaje durante un período prolongado del año. Los principales componentes son: Ipomoea spp. (palo blanco), Bursera spp. (copal, papelillo), Eysenhardtia polystachya (vara dulce), Acacia pennatula (chirahui), Erythrina spp. (colorín), entre otras.

Matorral desértico micrófilo (MDM)

Comunidad caracterizada por elementos arbustivos de hojas pequeñas con presencia o ausencia de espinas principalmente sobre lomeríos bajos. Está integrada por diversas asociaciones vegetales que varían en composición florística y los factores bióticos y abiótico influyen de tal manera que solo algunas especies llegan a dominar un área amplia en su distribución como la gobernadora Larrea tridentata, palo verde Parkinsonia microphylla, ocotillo Fouquieria splendens y gatuño Acacia greggii, principalmente. Entre las plantas más conspicuas de este tipo de vegetación se incluyen mezquite Prosopis velutina, P. glandulosa, guajillo Acacia angustissima, vinorama A. constricta, uña de gato A. greggii, ocotillo Fouquieria splendens, palo verde Parkinsonia microphylla y gobernadora Larrea tridentata. El saguaro Carnegiea gigantea es la especie sobresaliente en altura. Otras especies arbustivas importantes son cósahui del sur Calliandra eriophylla, cósahui del sur Krameria parviflora, huichutilla Condalia warnockii, chamizo Ambrosia chenopodifolia, bayoneta Yuca elata, palo verde Parkinsonia microphylla, palo dulce Eysenhardtia orthocarpa, rama blanca Encelia farinosa, sotol Dasylirion wheeleri, salicieso Lycium berlandieri, choyas Opuntia spp, entre otras.

Bosque de encino (BQ)

Este tipo de vegetación se caracteriza por presentar una vegetación arbórea donde los elementos dominantes son los encinos Quercus, encontrándose desde lomeríos bajos a partir de los 1,300 msnm hasta las partes medias de las montañas, colindando en la parte superior con bosques mixtos de pino y encino y en las partes bajas con pastizal natural o matorrales desérticos.

En la porción inferior el arbolado se encuentra espaciado a manera de sabana de encinos con abundantes gramíneas entre ellos, los árboles son de tronco corto y copa amplia hasta unos 8 metros de altura. Las especies dominantes en el estrato arbóreo son: encino blanco *Quercus arizonica*, encino bellotero *Quercus emoryi*, bellota de cochi *Quercus oblongifolia*, táscate *Juniperus coahuilensis* y mezquite (*Prosopis velutina*). Mientras que en el estrato arbustivo sobresalen: manzanita *Arctostaphylos pungens*, gatuño *Mimosa biuncifera*, saladito *Rhus trilobata*, uña de gato *Mimosa dysocarpa*, dátíl *Yucca arizonica*, sibiri *Opuntia spinosior*, palmilla *Nolina microcarpa*, serrucho *Dasylirion wheeleri*, cóсахui del norte *Calliandra eriophylla*, lechuguilla *Agave palmeri* y cabeza de viejo *Echinocereus rigidissimus*. Los componentes herbáceos dominantes son los pastos como: navajita morada *Bouteloua chondrosioides*, banderilla *B. curtipendula*, navajita negra *B. eriopoda*, navajita común *B. gracilis*, navajita velluda *B. hirsuta*, zacate araña *Aristida ternipes*, zacate llanero *Eragrostis intermedia*, zacate gigante *Leptochloa dubia*; y hierbas anuales o perennes como: quelite *Amaranthus palmeri*, cualmecate *Ipomoea longifolium* y tomatillo espinoso *Solanum eleagnifolium*. El bosque de encino requiere de incendios naturales periódicos para mantener su estructura ya que el sobrepastoreo ha disminuido y los materiales combustibles disponibles han cambiado el régimen natural de la frecuencia de incendios, esto contribuye para que se establezcan individuos arbóreos y arbustivos que de forma natural morirían en los incendios.

Por esto, se observa un incremento en la densidad de individuos de manzanita y táscate principalmente, no siendo el caso de los encinos que son ramoneados por el ganado en los estadios tempranos de su crecimiento, no observándose reposición de encinos. El resultado es que los encinos son reemplazados por mezquites, manzanita y táscate, la densidad del arbolado de bosque se incrementa, haciendo posible incendios más intensos y dañinos. El uso de la vegetación ha sido usado como forraje, así como, aprovechamiento de individuos de táscate para postes de cercos debido a su durabilidad, las ramas y troncos de encinos secos como leña, observándose las cortas con mayor frecuencia en la proximidad de los caminos. En las proximidades de Cananea es poco frecuente encontrar encinos grandes posiblemente por la tala inmoderada y los incendios que ocurren con regularidad.

Estado de conservación de la vegetación

Comparativamente con los atributos florísticos de la cuenca del Río Sonora, el Sistema Ambiental (SA) se encuentra en pobre estado de conservación, dada el escaso inventario de flora respecto a la cuenca.

Es decir, a nivel de cuenca, se ha destacado que existen más de 500 especies de plantas en la cuenca del Sonora² donde en consecuencia, la región posee una representación del 3.4% pero en el predio logró apenas 26 especies plantas vasculares verificadas en campo.

En particular el arreglo de la flora en el sistema ambiental (SA) en estudio se observa escasa, una vez que se obtuvo el inventario florístico de las especies que componen los arreglos vegetativos en estudio resultando de la siguiente manera:

Tabla III.29 Valores de la flora silvestre y estrato en el sistema ambiental (SA)

Estrato / forma de vida	Especies (No.)		Abundancia (Ind/ha)		Índice de diversidad de Shannon-Weiner		Equidad		Biomasa (m ³ /ha tipo)	
	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF
Arbol	3	4	31	58	0.821	1.223	0.747	0.882	2.369	3.638
Arbustivo	21	26	181	253	2.477	2.717	0.814	0.834	1.242	2.414
Cactácea	2	4	7	17	0.679	1.222	0.980	0.980	0.002	0.004
Herbácea	4	6	357	474	1.081	1.731	0.980	0.980	0.004	0.006
	30	40	576	802					3.617	6.062

De acuerdo a lo señalado, así como las descripciones iniciales del presente capítulo relativo al estado de conservación de la vegetación forestal, éste se considera en baja condición o carentes de atributos prístinos (con 40 especies registradas), del universo de riqueza florística del respectivamente a nivel de Cuenca del Río Sonora. Se trata de una vegetación primaria, porque en los registros a través del tiempo, revisado en las Series de usos de suelo y vegetación de INEGI se ha mantenido como matorral subtropical mayormente, ésta se encuentra en estado de degradación por los valores señalados. Esto también es verificable a través de los atributos por estratos de la diversidad de Shannon Weiner valorada para el Sistema Ambiental (SA) y para el predio.

La composición florística analizada revela que la totalidad de especies presentes en el sistema ambiental (SA) (40 especies compuestas por 5 árboles, 23 arbustivas, 5 cactáceas y 7 herbáceas) posee mayor abundancia muestreada de acuerdo a la siguiente tabla:

² Helena Cotler Ávalos, Comp. 2010. Las Cuencas Hidrográficas de México. Diagnóstico y Priorización. SEMARNAT. México. ISBN 978-607-765-507-7

Tabla III.30. Inventario de especies en el sistema ambiental (SA)

No.	Nombre común	Nombre científico	Estrato	No. Especies
1	Tepeguaje	<i>Lysiloma watsonii</i>	Arbol	4
2	Mezquite	<i>Prosopis juliflora</i>	Arbol	
3	Mezquite	<i>Prosopis velutina</i>	Arbol	
4	Encino blanco	<i>Quercus arizonica</i>	Arbol	
1	Guinolo	<i>Acacia cochliacantha</i>	Arbustivo	26
2	Vinorama	<i>Acacia farnesiana</i>	Arbustivo	
3	Gatuño	<i>Acacia greggii</i>	Arbustivo	
4	Manzanita	<i>Arctostaphyllum pungens</i>	Arbustivo	
5	Jarilla	<i>Baccharis glutinosa</i>	Arbustivo	
6	Chicura	<i>Ambrosia cordifolia</i>	Arbustivo	
7	Tepozan	<i>Buddleia wrightii</i>	Arbustivo	
8	Palo piojo	<i>Caesalpineia palmeri</i>	Arbustivo	
9	Bainoro	<i>Celtis pallida</i>	Arbustivo	
10	Cumbro	<i>Celtis reticulata</i>	Arbustivo	
11	Samota	<i>Coursetia glandulosa</i>	Arbustivo	
12	Vara prieta	<i>Croton sonorae</i>	Arbustivo	
13	Jarilla	<i>Dodonaea viscosa</i>	Arbustivo	
14	Rama blanca	<i>Encelia farinosa</i>	Arbustivo	
15	Ocotillo macho	<i>Fouquieria maddougallii</i>	Arbustivo	
16	Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i>	Arbustivo	
17	Estafiate	<i>Franseria acanthicarpa</i>	Arbustivo	
18	Tascate	<i>Juniperus deppeana</i>	Arbustivo	
19	Papache	<i>Randia thurberi</i>	Arbustivo	
20	Yuca	<i>Yuca arizonica</i>	Arbustivo	
21	Sangregado	<i>Jatropha cardiophylla</i>	Arbustivo	
22	Torote papelillo	<i>Jatropha cordata</i>	Arbustivo	
23	Lycium	<i>Lycium bernaldieri</i>	Arbustivo	
24	Gatuño	<i>Mimosa dysocarpa</i>	Arbustivo	
25	Sotol	<i>Nolina microcarpa</i>	Arbustivo	
26	Algodoncillo	<i>Thurberia thespesioides</i>	Arbustivo	
1	Sibiri	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cactacea	4
2	Sibiri	<i>Cylindropuntia arbuscula</i>	Cactacea	
3	Pitaya	<i>Lemairocereus thurberi</i>	Cactacea	
4	Viejito	<i>Mammillaria grahamii</i>	Cactacea	
1	Zacate aceitilla	<i>Bouteloua aristoides</i>	Herbácea	6
2	Zacate buffel	<i>Cenchrus ciliaris</i>	Herbácea	
3	Malva	<i>Hybiscus ssp</i>	Herbácea	
4	Chiltepin	<i>Capsicum frutescens</i>	Herbácea	
5	Hierba de la flecha	<i>Sebastiania bilocularis</i>	Herbácea	
6	Cola de caballo	<i>Conmelina erecta</i>	Herbácea	
				40

Las presiones y procesos de cambio a las que está o están sujetos el arreglo vegetativo,

Comparativamente con los atributos florísticos de la cuenca del Río Sonora, el Sistema Ambiental (SA) se encuentra en pobre estado de conservación, dada el escaso inventario de flora respecto a la cuenca. Es decir, a nivel de cuenca, se ha destacado que existen más de 500 especies de plantas en la cuenca del Sonora³ donde en consecuencia, el proyecto posee una representación del 4.34% al inventariarse dentro del Sistema Ambiental (SA) apenas 26 especies plantas vasculares verificadas en campo. Los valores de biodiversidad analizados del muestreo de campo también señalan una condición pobre de la vegetación. Debido a que la vegetación natural determina muchos de los procesos, funciones y dinamismo de las cuencas, de ahí la importancia de analizar la presencia, extensión y diversidad de formaciones vegetales existentes en ellas. Las presiones sobre el recurso flora a que está expuesto el del proyecto, está determinado por la ocupación de espacios productivos sobre los terrenos naturales. Sin embargo, la escasa riqueza del predio, del Sistema Ambiental (SA) ni cuenca, no es tendencia con la cuenca como se destacó anteriormente.

Por otra parte, en el área de estudio, la cubierta de suelo está afectada tanto por fuerzas hídricas como eólicas. Con base en lo reportado por De la O, et al, (2009) la pérdida de suelo por erosión es más significativa por el efecto hídrico que el eólico. Si bien estos valores no son del área del proyecto Ampliación 2 de Mina Las Chispas, en áreas de suelo normal la erosión hídrica alcanza valores tan altos como 355 ton/ha/año. Eólicamente se tiene un deterioro de 5.5 ton/ha.año para suelos normales como máximo. El caso particular de la erosión hídrica se considera severo por estar por arriba de las 200 ton/ha.año con base en lo establecido por el INE-SEMARNAT y Universidad Autónoma Chapingo (2007).

En el año 2002, la SEMARNAT y el Colegio de Postgraduados, realizaron el estudio de la Degradación de los Suelos causada por el Hombre escala 1:250,000. Este proyecto fue elaborado a partir de una valoración directa de los suelos de México en campo, y se basó en la metodología de Evaluación de la Degradación del Suelo causada por el Hombre, conocida como ASSOD (1997), por sus siglas en inglés, la cual establece el tipo de degradación actual de los suelos, sus niveles de afectación, las extensiones (superficies) que ocupan, las tasas actuales que presentan y las causas que la originan, utilizando como mapa base la delimitación de sistemas terrestres, sobre los espacio mapas del INEGI a una escala de 1:250,000.

³ Helena Cotler Ávalos, Comp. 2010. Las Cuencas Hidrográficas de México. Diagnóstico y Priorización. SEMARNAT. México. ISBN 978-607-765-507-7

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, el proyecto 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 del proyecto 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. En detalle, se estimó la erosión para el predio, mismos que pueden ser verificables en el Capítulo IV (relativo a las estimaciones del proyecto Ampliación 2 de Mina Las Chispas). Así, la tasa de erosión que se presenta en las condiciones actuales (sin el proyecto) el potencial de erosión del suelo es de 5.816 ton/ha en el sistema ambiental (SA) (aportado en 1.35 ton/ha por erosión hídrica y 4.466 ton/ha por erosión eólica. Los procesos erosivos que ocurren de manera natural son mayormente de tipo hídrica, dada la topografía que ocurre en el sitio. De esta manera, en la valoración de erosión del suelo para el proyecto, se considera una degradación baja, donde la erosión actual del proyecto resulta un equivalente de 5.816 ton/ha/año. De esta manera, en la valoración de erosión del suelo para el proyecto, se considera una degradación baja, en apego a las metodologías seguidas, en el supuesto de no llevar a cabo medidas de retención de suelos que se proponen en la presente solicitud. En cuanto a las causas identificadas que afectan a los diferentes procesos de erosión del suelo, son muy diversos y a continuación se indica algunos:

- **Actividades agrícolas:** Se definen como el manejo inapropiado de los terrenos arables. Incluye una amplia variedad de prácticas; tales como: problemas por labranza, uso de agroquímicos, uso de abonos, uso de agua de riego de mala calidad y por la quema de residuos de cosecha. Los tipos de degradación comúnmente asociados con este factor son: erosión (hídrica y eólica), compactación, pérdida de nutrientes, salinización y polución (por pesticidas y fertilizantes).
- **Deforestación y remoción de la vegetación:** Se define como la (casi) total remoción de la vegetación natural (usualmente bosque primario y secundario), en grandes extensiones territoriales, para cambiar el uso de la tierra agrícola y urbano, principalmente; para explotar comercialmente bosques a gran escala o por incendios inducidos. La deforestación frecuentemente causa erosión y pérdida de nutrientes.

- **Sobrepastoreo:** Además del común sobrepastoreo de la vegetación por el ganado, se consideran dentro de este grupo a otros factores relacionados con un número excesivo de cabezas de ganado, tal como el pisoteo. El efecto del sobrepastoreo usualmente es la compactación del suelo y/o la disminución de la cubierta vegetal, que provoca mayor erosión del suelo tanto por el agua como por el viento.
- **Actividades Industriales:** Incluye todas las actividades humanas de naturaleza (bio) industrial; minería, desfogue de industrias, aguas residuales, hasta basureros, que están relacionadas con diferentes tipos de polución (ya sea como fuentes o de forma secundaria) y con la pérdida de la función productiva.

Señalado lo anterior, el promovente contribuye de manera directa al aprovechamiento potencial de los recursos existentes y vocación de uso del suelo manifiesta, contribuyendo al desarrollo regional a través de la generación de empleos directos e indirectos. Derivado de la demanda de obra para mantener los valores productivos del promovente. Se mantendrá un programa de monitoreo ambiental y un programa de protección al ambiente en todas las áreas y fases del desarrollo del proyecto. 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.

Caracterización de la vegetación

Se tomó la consideración de utilizar este método de muestreo por la característica del cambio de uso de suelo, donde los sitios de muestreo se distribuyen de manera semiregular en toda la superficie de cambio de uso de suelo, ya que la distribución depende de la superficie del polígono de cambio de uso de suelo.

Dada la naturaleza de los estudios, los estratos que deberán muestrearse, conforme a los tipos de vegetación existentes en el área, son:

Arbóreo. Estrato conformado por elementos de tronco leñoso y elevado, que se ramifica a cierta altura del suelo; es decir con un solo fuste y copa bien formada (de más de 3 metros de altura).

Arbustivo y cactáceas. Conformado por plantas perennes, con tallo lignificado, pero sin tronco predominante, es decir con ramificación a partir de la base; generalmente de menos de 3 metros de altura.

Herbáceo. Estrato representado por ejemplares vegetales no leñosos o poco leñosos, generalmente de baja estatura y que mueren después de fructificar.

La determinación del número de parcelas o puntos de muestreo a nivel del predio, buscó además la suficiencia de muestreo con base en los datos reales del área de estudio (Ampliación de Mina Las Chispas) y la información obtenida en campo respecto al número de especies registradas en cada unidad muestral, se obtuvo el valor de la media, la desviación estándar y el coeficiente de variación requerido de acuerdo a la siguiente tabla:

$$n = \frac{t^2 CV^2}{E^2 + \frac{t^2 CV^2}{N}}$$

Donde:

n = número de unidades muestrales estadísticamente representativas.

E = error con el que se quiere obtener los valores, en ecología vegetal generalmente es del 20% (Mostacedo y Fredericksen, 2000 Op).

t = valor que se obtiene de las tablas "t de Student".

N = total de unidades muestrales en toda la población.

CV = coeficiente de variación, que deriva de:

$$CV = \frac{s * 100}{\bar{X}}$$

Donde:

s = desviación estándar.

$\bar{x}$ = promedio.

Basado en lo anterior, para el trabajo de muestreo se realizaron 32 sitios de muestreo al resultar estadísticamente representativa, cantidad que satisface la suficiencia estadística que un estudio ecológico de esta naturaleza requiere.

Se trata de sitios Circulares de 1,000 m² (0.01 ha). Correspondientes a unas dimensiones circulares de 18m de radio medidos por cinta calibrada a esa dimensión y definidos para cuantificar el número de individuos por especie para el estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo. En particular en el estrato arbóreo se mide y registra el arbolado cuyo diámetro normal (DAP) a la altura de 1.3m sobre la superficie del suelo, sea igual o mayor a 7.5cm; se mide y registra por especie y categoría dasométrica, la frecuencia y algunas variables cualitativas del repoblado (regeneración natural), árboles pequeños tengan como mínimo 25 cm de altura, hasta la altura que alcancen, siempre que su diámetro normal sea menor a 7.5 cm.

Se lleva a cabo la medición del diámetro normal (localizado sobre el fuste principal a 1.30 metros sobre el suelo) y la altura total del árbol, de cada uno de los árboles que se localicen en el interior del sitio de muestreo, registrando en los formatos correspondientes la familia, el nombre científico y común (vulgar) de cada ejemplar.

Además se deberán medir el diámetro de copa de cada ejemplar para calcular posteriormente su cobertura. Es importante recordar que existe una serie de consideraciones en la medición en la medición del diámetro normal, mismas que deberán respetarse. Lo anterior sin menoscabo de realizar una correcta medición de los árboles bifurcados desde la base, o de los árboles bifurcados a 1.30, etc., de acuerdo a lo siguiente:

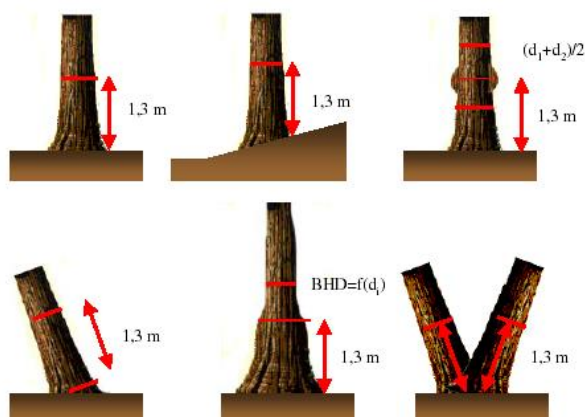


Figura III.18. Especificaciones en la medición del DN.

En el caso de los arbustos y herbáceas se registran también uno a uno, todos los ejemplares arbustivos que se encuentren en la unidad muestral, anotar de ellos la familia, el nombre científico y el común (vulgar). Se deberá medir su altura y, al igual que en el estrato arbóreo, el de copa de la parte aérea cada ejemplar. Estos datos son vitales para estimar índices biológicos que se requieren en los estudios.

De esta manera, el diseño representativo de los sitios de muestreo para el del proyecto se muestra a continuación:

En total, la superficie de muestreo son 32 sitios de 0.1 ha de tipo circular cada uno, en el sistema ambiental (SA), equivalente a 0.5 ha cubriendo cubriéndose la representatividad de muestreo. En cada sitio se registran las especies taxonómicas por estrato, las coordenadas de los vértices de la parcela de muestreo, la coordenada y registro fotográfico del área en general y de las especies características.

En el proyecto Ampliación de Mina Las Chispas, dentro del proyecto Ampliación 2 de Mina Las Chispas, el matorral subtropical y bosque de encino analizados revela que la totalidad de especies presentes en el sistema ambiental (SA) (40 especies compuestas por 5 árboles, 23 arbustivas, 5 cactáceas y 7 herbáceas) todas ellas presentes en el inventario del Sistema Ambiental (SA). No existen especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de acuerdo a la tabla previamente señalada y que se muestra para pronta referencia.

Tabla III.31. Inventario florístico del tipo del matorral subtropical (MST) en el sistema ambiental (SA).

No.	Nombre común	Nombre científico	Estrato	No. Especies
1	Tepeguaje	<i>Lysiloma watsonii</i>	Arbol	4
2	Mezquite	<i>Prosopis juliflora</i>	Arbol	
3	Mezquite	<i>Prosopis velutina</i>	Arbol	
4	Encino blanco	<i>Quercus arizonica</i>	Arbol	
1	Guinolo	<i>Acacia cochliacantha</i>	Arbustivo	26
2	Vinorama	<i>Acacia farnesiana</i>	Arbustivo	
3	Gatuño	<i>Acacia greggii</i>	Arbustivo	
4	Manzanita	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Arbustivo	
5	Jarilla	<i>Baccharis glutinosa</i>	Arbustivo	
6	Chicura	<i>Ambrosia cordifolia</i>	Arbustivo	
7	Tepozan	<i>Buddleia wrightii</i>	Arbustivo	
8	Palo piojo	<i>Caesalpinia palmeri</i>	Arbustivo	
9	Bainoro	<i>Celtis pallida</i>	Arbustivo	
10	Cumbro	<i>Celtis reticulata</i>	Arbustivo	
11	Samota	<i>Coursetia glandulosa</i>	Arbustivo	
12	Vara prieta	<i>Croton sonora</i>	Arbustivo	
13	Jarilla	<i>Dodonaea viscosa</i>	Arbustivo	
14	Rama blanca	<i>Encelia farinosa</i>	Arbustivo	
15	Ocotillo macho	<i>Fouquieria macdougalii</i>	Arbustivo	
16	Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i>	Arbustivo	
17	Estafiate	<i>Franseria acanthicarpha</i>	Arbustivo	
18	Tascate	<i>Juniperus deppeana</i>	Arbustivo	
19	Papache	<i>Randia thurberi</i>	Arbustivo	
20	Yuca	<i>Yuca arizonica</i>	Arbustivo	
21	Sangregado	<i>Jatropha cardiophylla</i>	Arbustivo	
22	Torote papelillo	<i>Jatropha cordata</i>	Arbustivo	
23	Lycium	<i>Lycium bernaldieri</i>	Arbustivo	
24	Gatuño	<i>Mimosa dysocarpa</i>	Arbustivo	
25	Sotol	<i>Nolina microcarpa</i>	Arbustivo	
26	Algodoncillo	<i>Thurberia thespesioides</i>	Arbustivo	
1	Sibiri	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cactacea	4
2	Sibiri	<i>Cylindropuntia arbuscula</i>	Cactacea	
3	Pitaya	<i>Lemairocereus thurberi</i>	Cactacea	
4	Viejito	<i>Mammillaria grahamii</i>	Cactacea	
1	Zacate aceitilla	<i>Bouteloua aristoides</i>	Herbácea	6
2	Zacate buffel	<i>Cenchrus ciliaris</i>	Herbácea	
3	Malva	<i>Hybiscus ssp</i>	Herbácea	
4	Chiltepin	<i>Capsicum frutescens</i>	Herbácea	
5	Hierba de la flecha	<i>Sebastiania bilocularis</i>	Herbácea	
6	Cola de caballo	<i>Connelina erecta</i>	Herbácea	
				40

Tabla III.32. Arreglo comparativo de la flora presente en el sistema ambiental (SA)

Estrato / forma de vida	Especies (No.)		Abundancia (Ind/ha)		Índice de diversidad de Shannon-Weiner		Equidad		Biomasa (m ³ /ha tipo)	
	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF
Arbol	3	4	31	58	0.821	1.223	0.747	0.882	2.369	3.638
Arbustivo	21	26	181	253	2.477	2.717	0.814	0.834	1.242	2.414
Cactácea	2	4	7	17	0.679	1.222	0.980	0.980	0.002	0.004
Herbácea	4	6	357	474	1.081	1.731	0.980	0.980	0.004	0.006
	30	40	576	802					3.617	6.062

La guía para la interpretación de Cartografía Uso del suelo y Vegetación Escala 1:250,000 Serie III de INEGI (2009) señala un inventario florístico por estrato de estos arreglos vegetativos. No todas las especies citadas en estos arreglos aparecen en el predio y existen otras especies no citadas en el mismo, que están en el inventario de estos arreglos vegetativos. Una vez realizado lo anterior, se obtuvo el inventario florístico de las especies que componen los arreglos vegetativos en estudio resultando de la siguiente manera:

Esto es, que en cuanto a abundancia, índice de valor de importancia (IVI), de diversidad (evaluada mediante Shannon-Weiner) y equidad entre las especies, el matorral subtropical (MST) del proyecto Ampliación 2 de Mina Las Chispas, se encuentra bien representada en el sistema ambiental (SA).

Análisis de diversidad de vegetación

Índice de Valor de importancia

En cualquier comunidad vegetal existen un diferente número de especies (con abundancia variable), que caracterizan a la misma, pero cada una de ellas compite en luz, CO₂, agua, nutrientes, espacio y otros elementos. La (s) especie (s) que sea (n) más eficiente (s) en lograr aprovechar esta energía será (n) la (s) dominante (s). Entonces, cada una de las especies que conforma dicha comunidad en una forma descendente, serán incluidas desde las más eficientes hasta las menos eficientes, en aprovechar la energía del sistema.

La forma práctica de determinar este comportamiento ecológico en las comunidades, es por medio de los valores de importancia de cada una de las especies que componen la comunidad. El valor de importancia de es la suma de la frecuencia relativa, la densidad relativa y la cobertura relativa o área basal relativa de cada especie.

El índice de valor de importancia es un parámetro que mide el valor de las especies, en base a tres parámetros principales: dominancia (ya sea en forma de cobertura o área basal), densidad y frecuencia. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal. El I.V.I. es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente (Mostacedo y otros, 2000, pág 51). Es un índice que expresa la suma de las mediciones relativas de una especie, tiene un rango de 0 a 300%, este valor da una estimación de la influencia o la importancia de las especies vegetales en la comunidad.

$$\text{Valor de Importancia} = \text{Densidad relativa} + \text{Frecuencia relativa} + \text{Dominancia relativa}$$

A continuación se describe el significado de cada parámetro poblacional calculado.

Dominancia.- La **dominancia** es la proporción de terreno ocupado por una proyección vertical del contorno de las partes aéreas del vegetal hacia el suelo, otra forma de expresarla, es también por el área cubierta por la extensión foliar del vegetal (cobertura). La dominancia relativa es la proporción de la dominancia de una especie comparada con la dominancia total de todas las especies (IPN, 2014).

$$\text{Dominancia} = \frac{\text{Cobertura de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia de una especie}}{\text{Dominancia total de las especies}} \times 100$$

Densidad.- Es el número de individuos expresado por unidad de área o volumen. La densidad relativa se refiere al número de individuos de una especie expresado como una proporción de la densidad total de todas las especies (IPN, 2014) .

$$\text{Densidad de una especie} = \frac{\text{Número de individuos de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad de una especie}}{\text{Densidad total de las especies}} \times 100$$

Frecuencia.- La **frecuencia** es el número de veces que una especie ocurre en las distintas muestras. La frecuencia relativa se refiere a la aparición de una especie, expresada como una proporción de la frecuencia total de todas las especies (IPN, 2014).

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{Número de ocurrencia de una especie}}{\text{Número total de sitios muestreados}}$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia de una especie}}{\text{Frecuencia total de las especies}} \times 100$$

Con los resultados obtenidos en campo, se determinó el número de organismos de cada especie identificada y a partir de ello, se obtuvo la densidad relativa, la frecuencia relativa y la cobertura relativa, a través de los cuales fue posible obtener el IVI de cada especie por tipo de vegetación y estrato vegetal, como se muestra en el diagrama siguiente:

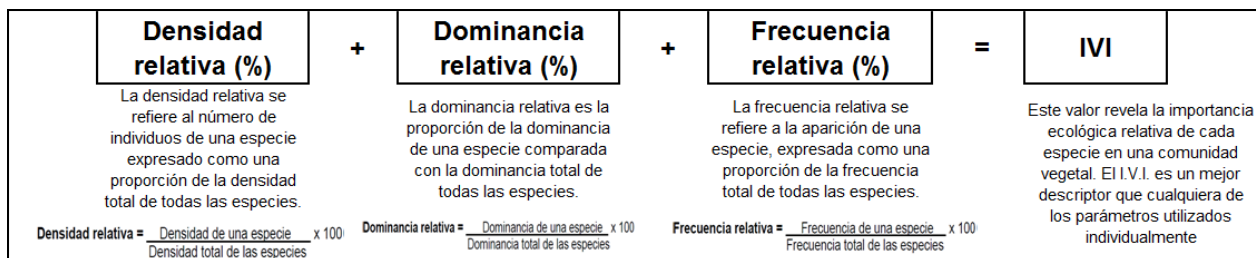


Figura III.19. Esquema de la composición del Índice de valor de importancia

Índice de Diversidad

Un índice de diversidad es una medida matemática de la diversidad de especies en una comunidad. Los índices de diversidad proporcionan más información sobre la composición de la comunidad que simplemente la riqueza de especies (por ejemplo, el número de especies presentes), sino que también de la abundancia relativa de las diferentes especies. Además, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies muestreadas. Mide el grado, promedio de incertidumbre en predecir a cual especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colecta.

Uno de los índices más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica es el de Shannon, también conocido como Shannon-Weaver, derivado de la teoría de información como una medida de la entropía. El índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad. Esto es, si una comunidad de S especies es muy homogénea, por ejemplo porque existe una especie claramente dominante y las restantes S-1 especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las S especies fueran igualmente abundantes. O sea, al tomar al azar un individuo, en el primer caso tendremos un grado de certeza mayor (menos incertidumbre, producto de una menor entropía) que en el segundo; porque mientras en el primer caso la probabilidad de que pertenezca a la especie dominante será cercana a 1, mayor que para cualquier otra especie, en el segundo la probabilidad será la misma para cualquier especie.

El índice de diversidad de Shannon (H) emplea la siguiente fórmula:

$$H = - \sum_{i=1}^S P_i \log P_i$$

Donde:

H=Índice de diversidad de Shannon.

Pi=Abundancia relativa de especies.

En este sentido es importante mencionar que la diversidad es un concepto que se utiliza sobre todo, centrándose en el hecho de la relación entre la diversidad y las perturbaciones, ya que puede ser visto como una disminución en la diversidad cuando las perturbaciones aumentan.

Es así como el índice puede tomar valores entre 0 y 5. Los valores máximos son rara vez mayor a 5. La diversidad es una medida logarítmica que hace que, en cierta medida, un índice sensible en el rango de valores al lado del límite superior. Como una base ordinaria, en la literatura, los valores bajos de este índice se consideran indicación de la contaminación y/o perturbación consecuencia de la modificación o alteración de las condiciones naturales de esta comunidad vegetal. Una forma de evaluar estas condiciones es mediante la asignación de un estado de valoración de la calidad de la comunidad vegetal a partir del índice de diversidad asignando:

Muy buen estado >4

Buen estado 4 - 3

Estado moderados 3 - 2

Estado pobre 2 - 1

Mal estado 1 - 0

Esta calificación del estado (bueno – mal estado) se refiere a las condiciones de la comunidad en base a los valores de diversidad, así como se indica en el diagrama:

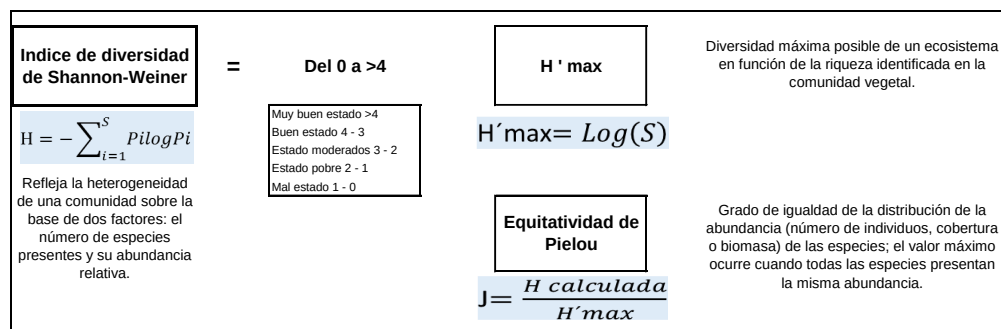


Figura III.20. Representación del Índice de Diversidad de Shannon-Weiner.

A continuación se presenta el análisis de los parámetros poblacionales y de diversidad del Sistema Ambiental (SA) por estrato:

Tabla III.33. Parámetros poblacionales y de diversidad del estrato arbóreo presente en el sistema ambiental (SA).

Especie	Nombre científico	Estrato	n (1 Ha)	Abundancia absoluta*	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
Tepeguaje	<i>Lysiloma watsonii</i>	Arbol	13	126,909	10.638	8.686	12.821	32.145	0.106	-2.241	-0.238
Mezquite	<i>Prosopis juliflora</i>	Arbol	19	185,483	24.316	13.936	17.949	56.201	0.243	-1.414	-0.344
Mezquite	<i>Prosopis velutina</i>	Arbol	19	185,483	15.805	6.872	28.205	50.882	0.158	-1.845	-0.292
Encino blanco	<i>Quercus arizonica</i>	Arbol	7	68,336	49.240	70.507	41.026	160.773	0.492	-0.708	-0.349
			58	566,211	99.999	100.001	100.001	300.001	0.999	-6.208	-1.223
I. Shannon H =											1.223
Máxima diversidad del ecosistema H' max =											1.386
Equitatividad (J) H/H' max =											0.882

En detalle a lo anterior, tenemos que en el **estrato arbóreo**, existen 4 especies florísticas perennes en el sistema ambiental (SA) contra 3 del predio, todas ellas en el sistema ambiental (SA). Con una abundancia en el sistema ambiental (SA) es de 58 ind/ha, por encima de las 31 ind/ha de los árboles presentes en el proyecto Ampliación 2 de Mina Las Chispas.

Así mismo, posee una diversidad de especies pobre en el sistema ambiental (SA) de 1.223 en la escala del índice de diversidad Shannon-Weiner, pero en mejor estado que el valor obtenido para el predio, equivalente a 0.821, en mal estado. Así mismo, en equidad, el estrato arbóreo es más homogéneo en el sistema ambiental (SA), por el valor más cercano a 1, que el proyecto Ampliación 2 de Mina Las Chispas, apoyada esta aseveración por el valor de la riqueza de especies, prácticamente en valor de 1 (estable u homogéneo). Finalmente, el estrato arbóreo del Sistema Ambiental (SA) aporta 3.638 m³/ha de volumen forestal, superior al aportado por el predio.

Tabla III.34. Parámetros poblacionales y de diversidad del estrato arbustivo presente en el sistema ambiental (SA).

Especie	Nombre científico	Estrato	n (1 Ha)	Abundancia absoluta*	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	MI	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)^LN p(i)
Guinolo	<i>Acacia cochliacantha</i>	Arbustivo	15	146,434	0.078	0.041	0.060	0.179	0.001	-6.908	-0.007
Vinorama	<i>Acacia farnesiana</i>	Arbustivo	5	48,811	2.972	4.470	3.721	11.163	0.030	-3.507	-0.105
Gatuño	<i>Acacia greggii</i>	Arbustivo	4	39,049	2.229	2.610	2.420	7.259	0.022	-3.817	-0.084
Manzanita	<i>Arctostaphyllum pungens</i>	Arbustivo	5	48,811	20.100	8.600	14.350	43.050	0.244	-1.411	-0.344
Jarilla	<i>Baccharis glutinosa</i>	Arbustivo	11	107,385	0.156	0.412	0.284	0.852	0.002	-6.215	-0.012
Chicura	<i>Ambrosia cordifolia</i>	Arbustivo	17	165,958	1.400	0.686	1.043	3.129	0.004	-5.521	-0.022
Tepozan	<i>Buddleia wrightii</i>	Arbustivo	5	48,811	11.459	3.400	7.430	22.289	0.115	-2.163	-0.249
Palo piojo	<i>Caesalpinia palmeri</i>	Arbustivo	4	39,049	0.117	0.061	0.089	0.267	0.001	-6.908	-0.007
Bainoro	<i>Celtis pallida</i>	Arbustivo	11	107,385	0.700	0.052	0.376	1.128	0.001	-6.908	-0.007
Cumbro	<i>Celtis reticulata</i>	Arbustivo	11	107,385	13.571	16.968	15.270	45.809	0.136	-1.995	-0.271
Samota	<i>Coursetia glandulosa</i>	Arbustivo	6	58,574	0.860	0.700	0.780	2.340	0.009	-4.711	-0.042
Vara prieta	<i>Croton sonora</i>	Arbustivo	11	107,385	0.039	0.600	0.320	0.959	0.001	-6.908	-0.007
Jarilla	<i>Dodonaea viscosa</i>	Arbustivo	16	156,196	0.039	0.400	0.220	0.659	0.001	-6.908	-0.007
Rama blanca	<i>Encelia farinosa</i>	Arbustivo	31	302,630	3.285	2.462	2.874	8.621	0.033	-3.411	-0.113
Ocotillo macho	<i>Fouquieria macdougalii</i>	Arbustivo	12	117,147	0.469	0.600	0.535	1.604	0.005	-5.298	-0.026
Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i>	Arbustivo	4	39,049	2.151	4.478	3.315	9.944	0.022	-3.817	-0.084
Estafiate	<i>Franseria acanthicarpa</i>	Arbustivo	23	224,532	4.560	1.672	3.116	9.348	0.024	-3.730	-0.090
Tascate	<i>Juniperus deppeana</i>	Arbustivo	9	87,860	5.500	7.600	6.550	19.650	0.156	-1.858	-0.290
Papache	<i>Randia thurberi</i>	Arbustivo	8	78,098	2.900	0.300	1.600	4.800	0.100	-2.303	-0.230
Yuca	<i>Yuca arizonica</i>	Arbustivo	3	29,287	2.590	3.931	3.261	9.782	0.016	-4.135	-0.066
Sangregado	<i>Jatropha cardiophylla</i>	Arbustivo	11	107,385	2.560	12.100	7.330	21.990	0.021	-3.882	-0.080
Torote papelillo	<i>Jatropha cordata</i>	Arbustivo	4	39,049	3.100	0.518	1.809	5.427	0.004	-5.521	-0.022
Lycium	<i>Lycium bernaldieri</i>	Arbustivo	7	68,336	1.100	2.200	1.650	4.950	0.010	-4.605	-0.046
Gatuño	<i>Mimosa dysocarpa</i>	Arbustivo	4	39,049	10.600	12.797	11.699	35.096	0.116	-2.154	-0.250
Sotol	<i>Nolina microcarpa</i>	Arbustivo	8	78,098	3.635	3.565	3.600	10.800	0.036	-3.324	-0.120
Algodoncillo	<i>Thurberia thespesioides</i>	Arbustivo	8	78,098	4.255	8.610	6.433	19.298	0.043	-3.147	-0.135
			253	2,469,852	100.425	99.833	100.129	300.387	1.153	-111.063	-2.717
											I. Shannon H = 2.717
											Máxima diversidad del ecosistema H' max = 3.258
											Equitatividad (J) H/H' max = 0.834

El **estrato arbustivo** con 26 especies florísticas perennes en el sistema ambiental (SA) contra 21 del predio, todas ellas en el sistema ambiental (SA). Con una abundancia en el sistema ambiental (SA) es de 253 ind/ha, por encima de las 181 ind/ha de los árboles presentes en el proyecto Ampliación 2 de Mina Las Chispas. Así mismo, posee una diversidad de especies buena en el sistema ambiental (SA) de 2.717 en la escala del índice de diversidad Shannon-Weiner, pero en mejor estado que el valor obtenido para el predio, equivalente a 2.477, en condición pobre. Así mismo, en equidad, el estrato arbustivo es más homogéneo en el sistema ambiental (SA), por el valor más cercano a 1, que el proyecto Ampliación 2 de Mina Las Chispas, apoyada esta aseveración por el valor de la riqueza de especies, prácticamente en valor de 1 (estable u homogéneo). Finalmente, el estrato arbustivo del Sistema Ambiental (SA) aporta 2.414 m³/ha de volumen forestal, superior al aportado por el predio con apenas 1.242 m³/ha de volumen forestal.

Tabla III.35. Parámetros poblacionales y de diversidad del grupo de cactáceas presente en el sistema ambiental (SA).

Especie	Nombre científico	Estrato	n (1 Ha)	Abundancia absoluta*	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
Sibiri	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cactacea	5	48,811	10.638	8.686	12.821	32.000	0.106	-2.244	-0.238
Sibiri	<i>Cylindropuntia arbuscula</i>	Cactacea	5	48,811	24.316	13.936	17.949	56.000	0.243	-1.415	-0.344
Pitaya	<i>Lemairocereus thurberi</i>	Cactacea	4	39,049	15.805	6.872	28.205	51.000	0.158	-1.845	-0.292
Viejito	<i>Mammillaria grahamii</i>	Cactacea	3	29,287	49.240	70.507	41.026	161.000	0.492	-0.709	-0.349
			17	165,958	99.999	100.001	100.001	300.000	0.999	-6.213	-1.222
I. Shannon H = 1.222											
Máxima diversidad del ecosistema H' max = 1.386											
Equitatividad (J) H/H' max = 0.980											

El **grupo de cactáceas** por su parte, posee 4 especies florísticas perennes contra 2 del predio, todas ellas en el sistema ambiental (SA). Con una abundancia en el sistema ambiental (SA) es de 17 ind/ha, por encima de las 7 ind/ha de los árboles presentes en el proyecto Ampliación 2 de Mina Las Chispas. Así mismo, posee una diversidad de especies pobre en el sistema ambiental (SA) de 1.222 en la escala del índice de diversidad Shannon-Weiner, pero en mejor estado que el valor obtenido para el predio, equivalente a 0.679, en mal estado. Así mismo, en equidad, el estrato arbóreo es más homogéneo en el sistema ambiental (SA), por el valor más cercano a 1, que el proyecto Ampliación 2 de Mina Las Chispas, apoyada esta aseveración por el valor de la riqueza de especies, prácticamente en valor de 1 (estable u homogéneo). Finalmente, las cactáceas del Sistema Ambiental (SA) aporta 0.004 m³/ha de volumen forestal, superior al aportado por el predio.

Tabla III.36. Parámetros poblacionales y de diversidad del estrato herbáceo presente en el sistema ambiental (SA).

Especie	Nombre científico	Estrato	n (1 Ha)	Abundancia absoluta*	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
Zacate aceitilla	<i>Bouteloua aristoides</i>	Herbácea	75	732,170	6.922	14.300	10.611	31.833	0.169	-1.778	-0.300
Zacate buffel	<i>Cenchrus ciliaris</i>	Herbácea	310	3,026,301	0.117	11.600	5.859	17.576	0.160	-1.833	-0.293
Malva	<i>Hybiscus ssp</i>	Herbácea	30	292,868	8.900	8.900	8.900	26.700	0.190	-1.661	-0.316
Chiltepin	<i>Capsicum frutescens</i>	Herbácea	9	87,860	37.600	30.100	33.850	101.550	0.110	-2.207	-0.243
Hierba de la flecha	<i>Sebastiania bilocularis</i>	Herbácea	25	244,057	30.100	27.100	28.600	85.800	0.255	-1.366	-0.348
Cola de caballo	<i>Conmelina erecta</i>	Herbácea	25	244,057	16.600	8.900	12.750	38.250	0.100	-2.303	-0.230
			474	4,627,311	100.239	100.900	100.570	301.709	0.984	-11.148	-1.731
I. Shannon H = 1.731											
Máxima diversidad del ecosistema H' max = 1.792											
Equitatividad (J) H/H' max = 0.980											

Finalmente, en el **estrato herbáceo**, se mantiene la tendencia de mejor condición de los atributos de diversidad y abundancia en el sistema ambiental (SA) sobre el proyecto Ampliación 2 de Mina Las Chispas.

b) Fauna

En materia de **fauna silvestre**, si bien el espacio físico de la cuenca no puede ser muestreada de manera representativa, se analizaron 32 sitios en el sistema ambiental (SA) delimitada y un número equivalente en el sistema ambiental (SA) cumpliendo con la representatividad requerida (se describe más adelante en el Capítulo IV).

A nivel general, la fauna silvestre evaluada en el sistema ambiental (SA) pertenece a la provincia mastogeográfica de Sierra Madre Occidental, la avifauna en el arreglo Sierra Madre Occidental y las comunidades herpetofaunísticas a la misma Sierra Madre Occidental, las cuales son las mismas presentes en el sistema ambiental (SA) de referencia, por lo que las poblaciones de fauna quedan totalmente enmarcadas en un área de distribución equivalente en su entorno inmediato, compartiendo los mismos componentes del hábitat para cada uno de los grupos faunísticos.

Sin embargo, derivado del trabajo de campo en sitio, no existe identificado en el polígono que componen el sistema ambiental (SA) corredores biológicos, toda vez que el área se encuentra ya alterada en su hábitat producto del mismo camino ya existente y al tránsito y modificación antecedente del terreno debido a la actividad minera colindante, caminos internos y zonas agropecuarias aún existentes en el área, que inciden en el desplazamiento de fauna hacia mejores condiciones de hábitat. Aún así, las poblaciones de la fauna en el sistema ambiental (SA) se encuentran mejor representadas en el sistema ambiental (SA) de acuerdo a los siguientes argumentos:

A nivel nacional, la **mastofauna** 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 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.



Figura III.21. Provincia mastogeográfica donde se ubica el proyecto

En **avifauna**, aún cuando fue destacada la presencia de siete Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICA) en la Cuenca del Río Sonora, Ampliación de Mina Las Chispas se encuentra totalmente dentro de la AICA No. 38 denominada Sierra Madre Occidental (CIPAMEX-CONABIO, 1999). 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. Se trata de un corredor entre ambientes y altitudes entre las zonas serranas, siendo el proyecto el límite Este de dicha condición.

En cuanto a las poblaciones **herpetofaunísticas**, 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.

El proyecto Ampliación de Mina Las Chispas 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.



Figura III.22 Provincia herpetofaunística donde se ubica el proyecto

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).

De esta manera, los valores en el sistema ambiental (SA) están mejor representados que a nivel del predio, ya que se obtuvo un inventario de 40 especies (21 aves, 12 mamíferos, 5 reptiles y 2 anfibios) contabilizando una abundancia de 43 organismos/ha, contra 17 en el sistema ambiental (SA). Por otra parte, presentando el análisis en el matorral subtropical donde se ubica el proyecto tanto a nivel del proyecto Ampliación 2 de Mina Las Chispas, como SA, la tendencia sigue marcando que los resultados del proyecto son menores a los obtenidos en el sistema ambiental (SA), donde el mayor Índice de Diversidad de Shannon-Weiner es en aves y la equidad entre el grupo de reptiles.

Lo anterior se presenta de manera concentrada por grupos faunísticos en la siguiente tabla y el detalle de los resultados se muestra en los apartados de fauna silvestre.

Tabla III.37. Atributos de la fauna silvestre por grupo faunístico entre el Sistema Ambiental (SA) y el proyecto Ampliación 2 de Mina Las Chispas.

Grupo faunístico	NOM-059-SEMARNAT-2010		Especies (No.)		Abundancia (Ind/ha)		Índice de diversidad de Shannon-Weiner		Equidad	
	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF
Mamífero			5	12	6	14	1.007	2.320	0.626	0.934
Aves			10	21	9	24	1.194	2.893	0.519	0.950
Reptiles			3	5	2	3	0.896	1.561	0.815	0.970
Anfibios			0	2	0	2	0.000	0.636	0.000	0.918
	0	0	18	40	17	43				

La fauna silvestre evaluada en el sistema ambiental (SA) pertenece a la provincia mastogreográfica de Sierra Madre Occidental, la avifauna en el arreglo Sierra Madre Occidental y las comunidades herpetofaunísticas a la misma Sierra Madre Occidental, las cuales son las mismas presentes en el sistema ambiental (SA) de referencia, por lo que las poblaciones de fauna quedan totalmente enmarcadas en un área de distribución equivalente en su entorno inmediato, compartiendo los mismos componentes del hábitat para cada uno de los grupos faunísticos.

Sin embargo, derivado del trabajo de campo en sitio, no existe identificado en el polígono que componen el sistema ambiental (SA) corredores biológicos, toda vez que el área se encuentra ya alterada en su hábitat producto del tránsito y modificación antecedente del terreno debido a la actividad minera colindante, caminos internos y zonas agropecuarias aún existentes en el área, que inciden en el desplazamiento de fauna hacia mejores condiciones de hábitat. En particular, el levantamiento de información y resultados por cada grupo, se señala a continuación:

Análisis de diversidad de la fauna

Para la caracterización de la fauna silvestre se usó la cartas topográfica escala 1:250,000 del INEGI (1985) empleándose un Sistema de Posicionamiento Global (GPS modelo Garmin, utilizando el Datum WGS94) para ubicar y registrar los sitios revisados dentro de el proyecto Ampliación 2 de Mina Las Chispas. En general, para la descripción de la fauna se consideraron exclusivamente cuatro grupos de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos).

Para la elaboración del inventario faunístico se utilizó el método de monitoreo directo, basado principalmente en la visualización de los individuos presentes en su hábitat natural. Para esto se utilizaron binoculares para la observación de aves y mamíferos, así como las guías de campo de fauna regional para la identificación de los individuos avistados. Asimismo, con base a la experiencia de los técnicos de campo, se buscaron evidencias como la presencia de huellas, madrigueras, excretas, etc. para inferir la presencia de las especies de fauna no observadas directamente. Se conformaron dos brigadas, cada una con un especialista en fauna los cuales recorrieron el área en busca de indicios o avistamientos directos de especies, se muestrearon los mismos puntos tanto para vegetación como para fauna, cada sitio fue de 1,000 m² de forma circular. Después de la ubicación de cada sitio de muestreo y una vez delimitada el área se dio paso a muestrear primero la fauna y después la vegetación, para evitar ahuyentar las posibles especies presentes dentro del sitio o alterar la presencia de indicios.

Considerando la etología de los grupos taxonómicos y la alta movilidad que llegan a presentar, es muy difícil delimitar el área que ocupa una población y determinar el tamaño poblacional real; por lo que se usan muestreos para estimar la abundancia, siendo fundamental el elegir una muestra suficientemente representativa de la población. Para estimar la densidad poblacional de diversas especies de fauna se han utilizado métodos de conteo directo y métodos de conteo indirecto. Los métodos directos se pueden separar en dos: transectos y captura; mientras que los métodos indirectos consisten en: conteo de huellas, excrementos, madrigueras, cantos, entre otros.

La elaboración del inventario faunístico se realizó mediante el método de monitoreo directo, basado principalmente en la visualización de los individuos presentes en su hábitat natural. Para esto se utilizaron binoculares para la observación de aves y mamíferos, así como las guías de campo de fauna regional para la identificación de los individuos avistados. Asimismo, con base a la experiencia de los técnicos de campo, se buscaron evidencias como la presencia de huellas, madrigueras, excretas, etc. para inferir la presencia de las especies de fauna no avistadas directamente.

Estimación de diversidad

La medida más simple para cuantificar la diversidad es mediante el recuento del número de especies presentes en la comunidad de estudio, lo que se conoce con el término de riqueza de especies, atributo que junto a la abundancia relativa permite analizar y medir la diversidad biológica de una comunidad.

Dentro del conjunto de especies que componen una comunidad no todas son igualmente abundantes, la abundancia relativa de una especie se refiere a la fracción con la que contribuye dicha especie a la abundancia total. Del inventario obtenido, se obtuvo la composición faunística y la abundancia relativa /ha obtenida de la proporción del muestreo.

En la estimación del Índice de Valor de Importancia (IVI) valorado para para jerarquizar la dominancia de cada especie que corresponde a un porcentaje que va de 0 a 100 por lo que la escala de valores de importancia para cada especie abarca de 0 a 300. Para ello El IVI se calculó de la siguiente manera:

$$IVI = \text{Abundancia relativa (\%)} + \text{Dominancia relativa (\%)} + \text{Frecuencia relativa (\%)}$$

Donde:

$$Ar = \frac{N^{\circ} \text{ ind } x}{\text{Total ind}} 100$$

Ar = Abundancia relativa

N° Indx = Número de individuos de la especie "x"

Total ind = Total de individuos de todas las especies

$$Dr = \frac{Sx}{\sum S} 100$$

Dr = Dominancia relativa

Sx = Valor de Simpson de la especie "x"

ΣS = Sumatoria de los valores de Simpson de todas las especies

$$Fr = \frac{Fx}{\sum F} 100$$

Fr = Frecuencia relativa

Fx = Frecuencia de la especie "x"

ΣF = Suma de los valores de frecuencia de todas las especies

Estudiar la biodiversidad implica conocer la abundancia relativa y establecer un indicador de diversidad para las especies de fauna, por grupo faunístico (mamíferos, aves, reptiles y anfibios), para derivar en un análisis. Los métodos comúnmente utilizados para evaluar la diversidad de especies se encuentran enfocados a determinar la diversidad alfa o dentro de las comunidades. Moreno (2001) propone dividir los métodos en dos grupos, de acuerdo a las variables biológicas que miden: 1) los métodos basados en la cuantificación del número de especies presentes (riqueza específica); y 2) los métodos basados en la estructura de la comunidad, los cuales, a su vez pueden clasificarse según se basen en la dominancia o equidad de la comunidad. Como indicadores de la diversidad faunística presente en la unidad de análisis se determinó la riqueza, el índice de Shannon y el Índice de Valor de Importancia (IVI), los cuales se describen a continuación.

Riqueza de especies: es la medida más simple para cuantificar la diversidad mediante el recuento del número de especies presentes en una comunidad de estudio.

Índice de Shannon-Wiener: mide el grado de incertidumbre de un sistema, entre mayor sea el valor de la diversidad mayor será el grado de incertidumbre. El índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa.

Esto es, si una comunidad de S especies es muy homogénea, por ejemplo porque existe una especie claramente dominante y las restantes S-1 especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las S especies fueran igualmente abundantes. O sea, al tomar al azar un individuo, en el primer caso tendremos un grado de certeza mayor (menos incertidumbre, producto de una menor entropía) que en el segundo; porque mientras en el primer caso la probabilidad de que pertenezca a la especie dominante será cercana a 1, mayor que para cualquier otra especie, en el segundo la probabilidad será la misma para cualquier especie (Rocha et al., 2009). El índice de diversidad de Shannon (H) emplea la siguiente fórmula:

$$H = - \sum_{i=1}^S P_i * \ln P_i$$

Donde:

H = Índice de diversidad de Shannon.

Pi = Abundancia relativa de especies.

S = número de especies en la muestra.

Es así como el índice puede tomar valores entre cero, cuando hay una sola especie, y 5 cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. Al valor máximo de diversidad se le conoce como $H'_{\max}$ y rara vez es mayor a 5. En este sentido, es importante mencionar que la diversidad es un concepto que se relaciona con las perturbaciones, ya que la disminución en la diversidad puede ser consecuencia de un incremento en las perturbaciones ambientales. Los valores bajos de este índice se consideran indicadores de la contaminación y/o perturbación consecuencia de la modificación o alteración de las condiciones naturales; así pues, si el valor del índice es igual a:

- 5, refleja condiciones óptimas / diversidad muy alta.
- 4, refleja muy buen estado / diversidad alta.
- 3 a 4, refleja buen estado / diversidad media-alta.
- 2 a 3, refleja estado moderado / diversidad media.
- 1 a 2, refleja perturbación / diversidad baja.
- 0 a 1, refleja mal estado / diversidad muy baja.

En este contexto, el índice de equidad de Pielou ($J = H'/H'_{\max}$) mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada, su valor máximo de 1, el cual corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes. A continuación se muestran los valores de diversidad de acuerdo al índice de Shannon así como el IVI de cada especie registrada en el sistema ambiental (SA).

Finalmente, el inventario 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. El inventario obtenido, 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.

En el caso de la fauna obtenida en el sistema ambiental (SA) si bien es escasa, esto es debido a la perturbación previa y tránsito local existente en el área destinada al proyecto, toda vez la cercanía de centros poblados y áreas de ocupación agropecuaria.

Por otra parte, se revisó los rasgos de distribución y desplazamiento de las especies reportadas en el sistema ambiental (SA) buscando áreas de importancia como corredores biológicos (cañadas, cauces de corrientes superficiales, entre otros) sitios de congregación de especies, resultando que si bien las especies inventariadas no son de lento desplazamiento ni de distribución restringida que requieran trayectorias de desplazamiento toda vez que son de amplia distribución de acuerdo a los planos de ubicación potencial desarrollados por CONABIO. Sin embargo, de preferir espacios de desplazamientos, éstos serían hacia el Este, donde se encuentran condiciones más sanas en cuanto a cobertura vegetal que permitiera mejores condiciones de hábitat, sin que las especies sean preferenciales sobre algún tipo de hábitat.

Si bien en materia de fauna silvestre, si bien el espacio físico de la cuenca no puede ser muestreada de manera representativa, se analizaron 132 sitios en el sistema ambiental (SA) delimitada, resultando que los valores están mejor representados que a nivel del predio, ya que se obtuvo un inventario de 18 especies (10 aves, 5 mamíferos y 3 reptiles) contabilizando una abundancia de 17 individuos/ha. De allí, son las aves con mejor representación del Índice de Diversidad de Shannon-Weiner, pero la mejor equidad entre las especies la tienen la herpetofauna.

Tabla III.38. Atributos de la fauna silvestre en el sistema ambiental (SA).

Grupo faunístico	NOM-059-SEMARNAT-2010		Especies (No.)		Abundancia (Ind/ha)		Índice de diversidad de Shannon-Weiner		Equidad	
	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF
Mamífero			5	12	6	14	1.007	2.320	0.626	0.934
Aves			10	21	9	24	1.194	2.893	0.519	0.950
Reptiles			3	5	2	3	0.896	1.561	0.815	0.970
Anfibios			0	2	0	2	0.000	0.636	0.000	0.918
	0	0	18	40	17	43				

Por otra parte, si bien los potenciales desplazamientos pueden ser hacia el Este de la trayectoria, no existen cañadas, cauces de corrientes superficiales relevantes que sugieran una preferencia de traslado de estas especies hacia dichos sitios, por lo que la condición de corredores biológicos no existe en esta SA de análisis.

Mastofauna

Aún así, las poblaciones de la fauna se encuentran bien representadas en el sistema ambiental (SA) de acuerdo a los siguientes argumentos:

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). A nivel nacional, la **mastofauna** 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). El muestreo de este grupo fue realizado en sitios de forma circular, de 1000m² equivalentes a los sitios y ubicación de los 32 sitios de muestreo forestal. La revisión de fauna silvestre se realizó previamente en cada sitio delimitado y una vez concluido, se procedía al muestreo de flora.

Para obtener el inventario de mamíferos permitieron registrar el mayor número de individuos presentes de acuerdo a sus hábitos y actividad. El registro de mamíferos se hizo revisando todo el polígono de 1000m² en la búsqueda de organismos mayores (a simple vista) y mamíferos menores (roedores, principalmente) o sus evidencias como excretas, huellas y madrigueras.

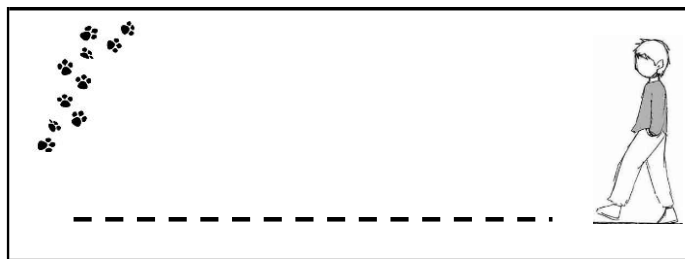


Figura III.23. Esquema de recorrido en el sitio de muestreo en la búsqueda de mamíferos y/o evidencias

Los mamíferos observados vivos, fueron identificados con las claves para la identificación de “Los Mamíferos de México” (Villa y Cervantes, 2003) y “The mammals of North America” (Hall, 1981), después de ser identificadas las especies, los ejemplares fueron Figuragrafiados y liberados. Respecto a la identificación de rastros y huellas: Se recorrió cada sitio de muestreo, detectando huellas, excretas y otros rastros (esqueletos, desecho de la alimentación de mamíferos). La técnica de colecta de rastros permite detectar y determinar la presencia de mamíferos medianos, así como su uso de hábitat y alimentación (Aranda, 2012). Las huellas y excretas registradas se identificaron con la ayuda de las guías: “Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México” (Aranda, 2012) y “Mammals Tracks and Sign” (Elbroch, 2003). 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, carcazas y/o restos de partes de individuos.

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). El inventario obtenido en sitio, sujeto a análisis fue el siguiente:

Tabla III.39. Inventario de mamíferos por sitio de muestreo en el sistema ambiental (SA)

Especie	Nombre común	REGISTRO EN LA MHF									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Canis latrans</i>	Coyote				1	1					2
<i>Lepus alleni</i>	Liebre antilope				1		2		1	1	5
<i>Lepus californicus</i>	Liebre										2
<i>Lynx rufus</i>	Gato montés										1
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado del sur										1
<i>Nasua narica</i>	Coatí										1
<i>Neotoma albigula</i>	Rata magueyera							1	2		3
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca					1	1				2
<i>Pecari tajacu</i>	Jabalí										2
<i>Procyon lotor</i>	Mapache común										1
<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto					1	1	2			4
11		25									

Para el grupo de los mamíferos se identificaron 11 especies, registrando un total de 25 individuos en el muestreo, equivalente a una abundancia de 14 individuos/ha mayormente de liebres y conejos. El mayor valor de importancia lo tiene la liebre (*Lepus alleni*) y en cuanto avalor de diversidad obtenido del grupo de 2.322 es indicador es de una moderada diversidad y reflejo de un ambiente perturbado, sin embargo, la diversidad máxima, $H'_{max}=2.485$, indica que no hay muchas especies faltantes por registrar en el medio. Destacando los muestreos ocurridos a nivel del Sistema Ambiental (SA), tenemos los siguientes valores para la mastofauna del entorno al proyecto:

Tabla III.40. Estimación de la mastofauna en el sistema ambiental (SA)

Especie	Nombre común	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Abundancia relativa (%)	IVI	pi	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
<i>Canis latrans</i>	Coyote	8.000	5.634	8.000	21.634	0.080	-2.526	-0.202
<i>Lepus alleni</i>	Liebre antilope	20.000	35.211	20.000	75.211	0.200	-1.609	-0.322
<i>Lepus californicus</i>	Liebre	8.000	5.634	8.000	21.634	0.080	-2.526	-0.202
<i>Lynx rufus</i>	Gato montés	4.000	1.408	4.000	9.408	0.040	-3.219	-0.129
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado del sur	4.000	1.408	4.000	9.408	0.040	-3.219	-0.129
<i>Nasua narica</i>	Coatí	4.000	1.408	4.000	9.408	0.040	-3.219	-0.129
<i>Neotoma albigula</i>	Rata magueyera	12.000	12.676	12.000	36.676	0.120	-2.120	-0.254
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	8.000	5.634	8.000	21.634	0.080	-2.526	-0.202
<i>Pecari tajacu</i>	Jabalí	8.000	5.634	8.000	21.634	0.080	-2.526	-0.202
<i>Procyon lotor</i>	Mapache común	4.000	1.408	4.000	9.408	0.040	-3.219	-0.129
<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	16.000	22.535	16.000	54.535	0.160	-1.833	-0.293
11		100	100	100	300	1	-31.760	-2.322
								I. Shannon H = 2.322
								Máxima diversidad del ecosistema H' max = 2.398

Así mismo, como parte del análisis para caracterizar a las poblaciones este grupo, se consideró la estacionalidad de las especies, abundancia, sociabilidad, alimentación, habitat, distribución vertical y su posible afectación por la modificación o perturbación o eliminación de su hábitat. De acuerdo a las estimaciones realizadas, en mamíferos tenemos la siguiente valoración de las especies:

Tabla III.41. Hábitos de la mastofauna presente en el predio del Ampliación de Mina Las Chispas.

Especie	Nombre común	Estacionalidad ^{1/}	Abundancia ^{2/}	Sociabilidad ^{3/}	Alimentación ^{4/}	Hábitat ^{5/}	Estrato de distribución ^{6/}
<i>Canis latrans</i>	Coyote	Residente	Ocasional	Solitario	Carnívoro	Cuevas	Herbáceo
<i>Lepus alleni</i>	Liebre antilope	Residente	Común	Gregario	Omnívoro	Cuevas	Herbáceo
<i>Lepus californicus</i>	Liebre	Residente	Común	Gregario	Omnívoro	Cuevas	Herbáceo
<i>Lynx rufus</i>	Gato montés	Transitoria	Escaso	Solitario	Carnívoro	Madriguera	Herbáceo
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado del sur	Residente	Ocasional	Solitario	Omnívoro	Madriguera	Herbáceo
<i>Nasua narica</i>	Coatí	Residente	Ocasional	Solitario	Omnívoro	Madriguera	Herbáceo
<i>Neotoma albigula</i>	Rata magueyera	Residente	Común	Gregario	Herbívoro	Cuevas	Herbáceo
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	Transitoria	Escaso	Gregario	Herbívoro	Echaderos	Herbáceo
<i>Pecari tajacu</i>	Jabalí	Residente	Común	Gregario	Omnívoro	Echaderos	Herbáceo
<i>Procyon lotor</i>	Mapache común	Residente	Ocasional	Solitario	Omnívoro	Madriguera	Herbáceo
<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	Residente	Común	Gregario	Omnívoro	Cuevas	Herbáceo
11							

^{1/}: Estacionalidad de las especies: periodo en que se encuentran presentes las especies en una determinada área, definida en cuatro categorías: residentes, visitantes invernales, migratorias o transitorias

^{2/}: Abundancia: Se clasifica en cinco categorías; abundante (especie fácilmente detectable en grandes números), común (especie observadas en números bajos y en grupos pequeños), poco común (especie en la que se observaron unos pocos individuos), rara (especie observada en números muy bajos) y ocasional (especie muy escasa que si llega a observarse es un dato importante).

^{3/}: Sociabilidad: Tipo de organización social de las especies, comprende tres categorías: solitario (cuando solo se observa un individuo), pareja (especie que se desplaza en pareja sea época reproductiva o no) y gregario (conformación de grupos de tres o mas individuos).

^{4/}: Alimentación: Se pueden identificar las siguientes categorías: herbívoros..., carnívoros..., carroñero..., frugívoro..., insectívoro..., nectarívoros... y omnívoros...

^{5/}: Hábitat: Ambiente donde la especie se desarrolla, el cual puede variar regionalmente dependiendo de las necesidades de los individuos de la especie.

^{6/}: Distribución vertical: Se basa en el estrato de la vegetación donde se desarrollan los individuos de la especie.

Avifauna

El muestreo de este grupo fue realizado en sitios de forma circular, de 1000m² equivalentes a los sitios y ubicación de los 32 sitios de muestreo forestal. La revisión de fauna silvestre se realizó previamente en cada sitio delimitado y una vez concluido, se procedía al muestreo de flora.

Para el grupo de aves, se aprovechó el muestreo de flora, realizándose recorridos a pie, para las observaciones por puntos y conocer presencia – ausencia, con revisión de 30 minutos en los sectores señalados. El muestreo para este grupo se llevó a cabo de dos maneras, a través del avistamiento y la captura mínima de ejemplares siguiendo la técnicas citadas por Bibby (et al., 1992).

Tabla III.42 Registro de aves por sitio de muestreo en el sistema ambiental (SA)

Especie	Nombre común	REGISTRO EN LA MHF										TOTAL
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<i>Aimophila ruficeps</i>	Zacatonero corona rufa		1	1								2
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguiluilla cola roja						1					1
<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo				2							2
<i>Cardinalis sinuatus</i>	Cardenal pardo											1
<i>Carpodacus mexicanus</i>	Pinzón mexicano									1		1
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura						2	1	2			5
<i>Columbina inca</i>	Tórtola cola larga									1		4
<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita											3
<i>Corvus corax</i>	Cuervo común								2	2		4
<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño							1	1			2
<i>Melospiza melodia</i>	Gorrión cantor											1
<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle norteño											1
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión casero			2								2
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo tigrillo											1
<i>Pipilo fuscus</i>	Toquí pardo											1
<i>Piranga ludoviciana</i>	Tángara capucha roja											1
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal											2
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor						1					2
<i>Regulus calendula</i>	Reyezuelo de rojo	2	1									1
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca											3
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huihota				3							3
21												43

Los avistamientos en campo se realizaron utilizando equipo óptico como binoculares (7X21) y telescopios con capacidad de 15-45X y 15-60III. Se realizó un inventario de las especies de aves diurnas presentes durante el muestreo y adicionalmente grabaron los cantos durante cada censo. Para obtener la información de la valoración de la riqueza, abundancia y diversidad se empleó el método de censo en puntos de radio fijo de 25 metros (Hutto et al., 1986). Este método fue escogido porque presenta una fina resolución para cuantificar la abundancia y diversidad de las aves tanto residentes como migratorias. Permite realizar comparaciones entre diferentes hábitats y correlacionar los resultados para obtener información de especies/área (Moore et al., 2005), y porque este método es el que tiene el mayor espectro de observación de aves tanto en el plano vertical como horizontal (Ugalde-Lezama, 2009).

El método de censo consistió en visitar los 32 sitios de muestreo de 08:00 a 17:00 hrs y realizar observaciones por cada punto cardinal, el tiempo de observación fue de 30 minutos de conteo. El técnico encargado se ubicó en uno de los vértices del sitio y por un periodo de 30 minutos se observaron las aves presentes en todas direcciones, además se tomaron en cuenta la presencia de indicios como plumas y cantos durante los recorridos a pie por el sitio con ayuda de binoculares y guías de campo se identificaron y registraron los individuos avistados en el área. 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). Para la elaboración de las listas de especies se siguió el arreglo taxonómico de la American Ornithologists' Union (AOU), en cuanto a orden, familia, género y especie, actualizado en julio del 2015 con el suplemento "56th supplement" (Chesser et al., 2015) de la AOU. A cada especie se le asignó el nombre común en español de acuerdo a la "Red de Conocimientos sobre las Aves de México" de la CONABIO (Berlanga et al., 2008).

Aves fue el grupo faunístico con un mayor número de especies identificadas (21) así como individuos registrados (43) en los muestreos y del inventario resultante. En cuanto al índice de diversidad se obtuvo un valor de 2.893, el cual es indicador de que existe una diversidad media-alta y reflejo de un ambiente en buen estado. Asimismo, la diversidad máxima (H'_{max}) resultó ligeramente mayor (3.045), lo que indica que hay especies que quedan aún por registrar en el ambiente. La especie con el valor de importancia mayor fue el zopilote aura (*Cathartes aura*), la cual también fue la más abundante. Las estimaciones de aves para el Sistema Ambiental (SA), en detalle al resumen previamente mostrado, arrojaron los siguientes valores:

Tabla III.43. Estimación a detalle de la avifauna en el sistema ambiental (SA)

Especie	Nombre común	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Abundancia relativa (%)	IVI	pi	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
<i>Aimophila ruficeps</i>	Zacatonero corona rufa	4.651	3.419	4.651	12.721	0.047	-3.068	-0.143
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguilla cola roja	2.326	0.855	2.326	5.506	0.023	-3.761	-0.087
<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	4.651	3.419	4.651	12.721	0.047	-3.068	-0.143
<i>Cardinalis sinuatus</i>	Cardenal pardo	2.326	0.855	2.326	5.506	0.023	-3.761	-0.087
<i>Carpodacus mexicanus</i>	Pinzón mexicano	2.326	0.855	2.326	5.506	0.023	-3.761	-0.087
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	11.628	21.368	11.628	44.623	0.116	-2.152	-0.250
<i>Columbina inca</i>	Tórtola cola larga	9.302	13.675	9.302	32.280	0.093	-2.375	-0.221
<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita	6.977	7.692	6.977	21.646	0.070	-2.663	-0.186
<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	9.302	13.675	9.302	32.280	0.093	-2.375	-0.221
<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	4.651	3.419	4.651	12.721	0.047	-3.068	-0.143
<i>Melospiza melodia</i>	Gorrión cantor	2.326	0.855	2.326	5.506	0.023	-3.761	-0.087
<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle norteño	2.326	0.855	2.326	5.506	0.023	-3.761	-0.087
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión casero	4.651	3.419	4.651	12.721	0.047	-3.068	-0.143
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo tigrillo	2.326	0.855	2.326	5.506	0.023	-3.761	-0.087
<i>Pipilo fuscus</i>	Toquí pardo	2.326	0.855	2.326	5.506	0.023	-3.761	-0.087
<i>Piranga ludoviciana</i>	Tángara capucha roja	2.326	0.855	2.326	5.506	0.023	-3.761	-0.087
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal	4.651	3.419	4.651	12.721	0.047	-3.068	-0.143
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	4.651	3.419	4.651	12.721	0.047	-3.068	-0.143
<i>Regulus calendula</i>	Reyezuelo de rojo	2.326	0.855	2.326	5.506	0.023	-3.761	-0.087
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	6.977	7.692	6.977	21.646	0.070	-2.663	-0.186
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huijota	6.977	7.692	6.977	21.646	0.070	-2.663	-0.186
21		100	100	100	300	1	-67.148	-2.893
								I. Shannon H = 2.893
								Máxima diversidad del ecosistema H' max = 3.045

Así mismo, como parte del análisis para caracterizar a las poblaciones este grupo, se consideró la estacionalidad de las especies, abundancia, sociabilidad, alimentación, habitat, distribución vertical y su posible afectación por la modificación o perturbación o eliminación de su hábitat. De acuerdo a las estimaciones realizadas, en aves tenemos la siguiente valoración de las especies:

Tabla III.44. Hábitos de la avifauna presente en el predio del Ampliación de Mina Las Chispas.

Especie	Nombre común	Estacionalidad ^{1/}	Abundancia ^{2/}	Sociabilidad ^{3/}	Alimentación ^{4/}	Hábitat ^{5/}	Estrato de distribución ^{6/}
<i>Aimophila ruficeps</i>	Zacatonero corona rufa	Residente	Común	Gregario	Frugívoro	Nido	Herbáceo
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguiluilla cola roja	Transitoria	Ocasional	Solitario	Carnívoro	Nido	Arbóreo
<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	Residente	Abundante	Gregario	Insectívoro	Nido	Arbóreo
<i>Cardinalis sinuatus</i>	Cardenal pardo	Residente	Común	Gregario	Insectívoro	Nido	Arbóreo
<i>Carpodacus mexicanus</i>	Pinzón mexicano	Residente	Común	Gregario	Insectívoro	Nido	Arbóreo
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	Residente	Abundante	Gregario	Carnívoro	Nido	Arbóreo
<i>Columbina inca</i>	Tórtola cola larga	Residente	Común	Gregario	Herbívoros	Nido	Herbáceo
<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita	Residente	Común	Gregario	Herbívoros	Nido	Herbáceo
<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	Residente	Común	Gregario	Omnívoro	Nido	Arbóreo
<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	Residente	Común	Gregario	Omnívoro	Nido	Herbáceo
<i>Melospiza melodia</i>	Gorrión cantor	Migratoria	Común	Gregario	Herbívoros	Nido	Arbustivo
<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle norteño	Migratoria	Común	Gregario	Insectívoro	Nido	Arbustivo
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión casero	Residente	Común	Gregario	Insectívoro	Nido	Arbóreo
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo tigrillo	Migratoria	Común	Gregario	Insectívoro	Nido	Arbóreo
<i>Pipilo fuscus</i>	Toquí pardo	Migratoria	Escaso	Gregario	Insectívoro	Nido	Arbóreo
<i>Piranga ludoviciana</i>	Tángara capucha roja	Migratoria	Común	Gregario	Insectívoro	Nido	Arbóreo
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal	Residente	Común	Gregario	Insectívoro	Nido	Arbóreo
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	Residente	Común	Gregario	Insectívoro	Nido	Arbóreo
<i>Regulus calendula</i>	Reyezuelo de rojo	Migratoria	Escaso	Gregario	Insectívoro	Nido	Arbóreo
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	Residente	Común	Gregario	Herbívoros	Nido	Arbóreo
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	Residente	Común	Gregario	Herbívoros	Nido	Arbóreo

^{1/}Estacionalidad de las especies: periodo en que se encuentran presentes las especies en una determinada área, definida en cuatro categorías: residentes, visitantes invernales, migratorias o transitorias

^{2/} Abundancia: Se clasifica en cinco categorías; abundante (especie fácilmente detectable en grandes números), común (especie observadas en números bajos y en grupos pequeños), poco común (especie en la que se observaron unos pocos individuos), rara (especie observada en números muy bajos) y ocasional (especie muy escasa que si llega a observarse es un dato importante).

^{3/} Sociabilidad: Tipo de organización social de las especies, comprende tres categorías: solitario (cuando solo se observa un individuo), pareja (especie que se desplaza en pareja sea época reproductiva o no) y gregaria (conformación de grupos de tres o mas individuos).

^{4/} Alimentación: Se pueden identificar las siguientes categorías: herbívoros..., carnívoros..., carroñero..., frugívoro..., insectívoro..., nectarívoros...y omnívoros...

^{5/} Hábitat: Ambiente donde la especie se desarrolla, el cual puede variar regionalmente dependiendo de las necesidades de los individuos de la especie.

^{6/} Distribución vertical: Se basa en el estrato de la vegetación donde se desarrollan los individuos de la especie.

Reptiles y anfibios

En cuanto a las poblaciones herpetofaunísticas, 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. En la búsqueda del inventario del grupo de anfibios y reptiles se aprovecharon los recorridos a pie, se cuestionó a los guías de apoyo sobre la presencia-ausencia de este grupo, además buscando indicios revisando exhaustivamente en el área circundante. Se identificaron y registraron todos los individuos.

Los muestreos se realizaron con la metodología de búsqueda directa de ejemplares, la búsqueda de las especies con actividad diurna se realizó de 07:00 a 17:00 hrs removiendo piedras, troncos de árboles caídos y revisando la vegetación y cortezas de tocones de árboles secos que sirven como refugios para anfibios y reptiles (Vite-Silva et al., 2010). El esfuerzo de muestreo se realizó con dos personas en el sitio de 1000m².

El manejo de los organismos hallados en campo fue de forma manual, para lagartijas y serpientes no venenosas se sostienen de la cabeza y miembros anteriores para no dañar al organismo y poder realizar la identificación, para serpientes venenosas se utiliza un gancho herpetológico inmovilizando la cabeza para su manipulación segura (Casas-Andreu, et al., 1991). Los ejemplares capturados fueron identificados in situ y se registró las coordenadas de ubicación con un GPS (Garmin, 60CSx). Para la elaboración de las listas de especies se siguió el arreglo taxonómico de la Reptile Database (Uetz, 2016), en cuanto a orden, familia género y especie, actualizado a la fecha con los suplementos. A cada especie se le asignó el nombre común en español de acuerdo con CONABIO. El inventario se apoyó con registro del sitio (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).

Tabla III.45. Registro de reptiles por sitio de muestreo en el sistema ambiental (SA)

Especie	Nombre común	REGISTRO EN LA MHF									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Sauromalus obesus</i>	Iguana negra					1					1
<i>Uma notata</i>	Iguana			1							1
<i>Uta stansburiana</i>	Cachora							2			2
<i>Masticophis flagellum</i>	Culebra						1				1
<i>Crotalus atrox</i>	Víbora alicante										1
		5									
		6									

El grupo de reptiles presentó pocas especies, ya que se identificaron 5 especies y un total de 6 ejemplares en los muestreos. De acuerdo al índice de Shannon se obtuvo un valor de 1.551, indicador de un ambiente perturbado y de pobre diversidad. La especie que obtuvo el valor de importancia mayor fue la cachora (*Uta stansburiana*) precisamente por ser la especie más abundante y frecuente, la razón es que es una especie generalista, ampliamente distribuida en distintos hábitats. Las estimaciones de reptiles para el Sistema Ambiental (SA), en detalle al resumen previamente mostrado, arrojaron los siguientes valores:

Tabla III.46. Estimación a detalle de reptiles del proyecto Ampliación 2 de Mina Las Chispas

Especie	Nombre común	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Abundancia relativa (%)	IVI	pi	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
<i>Sauromalus obesus</i>	Iguana negra	16.667	12.500	16.667	45.833	0.167	-1.792	-0.299
<i>Uma notata</i>	Iguana	16.667	12.500	16.667	45.833	0.167	-1.792	-0.299
<i>Uta stansburiana</i>	Cachora	33.333	50.000	33.333	116.667	0.333	-1.099	-0.366
<i>Masticophis flagellum</i>	Culebra	16.667	12.500	16.667	45.833	0.167	-1.792	-0.299
<i>Crotalus atrox</i>	Víbora alicante	16.667	12.500	16.667	45.833	0.167	-1.792	-0.299
5		100	100	100	300	1	-8.266	-1.561
I. Shannon H =								1.561
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								1.609

Así mismo, como parte del análisis para caracterizar a las poblaciones este grupo, se consideró la estacionalidad de las especies, abundancia, sociabilidad, alimentación, habitat, distribución vertical y su posible afectación por la modificación o perturbación o eliminación de su hábitat. De acuerdo a las estimaciones realizadas, en herpetofauna tenemos la siguiente valoración de las especies:

Tabla III.47. Hábitos de reptiles presente en el sistema ambiental (SA) del Ampliación de Mina Las Chispas.

Especie	Nombre común	Estacionalidad ¹	Abundancia ²	Sociabilidad ³	Alimentación ⁴	Hábitat ⁵	Estrato de distribución ⁶
<i>Sauromalus obesus</i>	Iguana negra	Residente	Común	Solitario	Insectívoro	Madriguera	Herbáceo
<i>Uma notata</i>	Iguana	Residente	Escaso	Solitario	Insectívoro	Madriguera	Herbáceo
<i>Uta stansburiana</i>	Cachora	Residente	Escaso	Solitario	Insectívoro	Madriguera	Herbáceo
<i>Masticophis flagellum</i>	Culebra	Residente	Escaso	Solitario	Insectívoro	Madriguera	Herbáceo
<i>Crotalus atrox</i>	Víbora alicante	Residente	Ocasional	Solitario	Carnívoro	Madriguera	Herbáceo
5							

¹: Estacionalidad de las especies: periodo en que se encuentran presentes las especies en una determinada área, definida en cuatro categorías: residentes, visitantes invernales, migratorias o transitorias

²: Abundancia: Se clasifica en cinco categorías; abundante (especie fácilmente detectable en grandes números), común (especie observadas en números bajos y en grupos pequeños), poco común (especie en la que se observaron unos pocos individuos), rara (especie observada en números muy bajos) y ocasional (especie muy escasa que si llega a observarse es un dato importante).

³: Sociabilidad: Tipo de organización social de las especies, comprende tres categorías: solitario (cuando solo se observa un individuo), pareja (especie que se desplaza en pareja sea época reproductiva o no) y gregaria (conformación de grupos de tres o mas individuos).

⁴: Alimentación: Se pueden identificar las siguientes categorías: herbívoros..., carnívoros..., carroñero..., frugívoro..., insectívoro..., nectarívoros... y omnívoros...

⁵: Hábitat: Ambiente donde la especie se desarrolla, el cual puede variar regionalmente dependiendo de las necesidades de los individuos de la especie.

⁶: Distribución vertical: Se basa en el estrato de la vegetación donde se desarrollan los individuos de la especie.

Tabla III.48. Registro de anfibios por sitio de muestreo en el sistema ambiental (SA)

Especie	Nombre común	REGISTRO EN LA MHF									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sapo toro	<i>Bufo alvarios</i>							1	1		
Tortuga del desierto	<i>Gopherus agassizi</i>				1						
2		3									

El grupo de anfibios presentó 2 especies y un total de 3 ejemplares en los muestreos. Si bien se registró a la tortuga del desierto, fue debido a que el guía de campo manifestó que de ese punto, su familia había visto una, sin que se encontrara en el área vestigio de la especie o madriguera, el principio es no descartar la probable ocurrencia. De acuerdo al índice de Shannon se obtuvo un valor de 0.637, indicador de un ambiente en mal estado, aunado al periodo de muestreo, al final del otoño. Las estimaciones de repiles para el Sistema Ambiental (SA), en detalle al resumen previamente mostrado, arrojaron los siguientes valores:

Tabla III.49. Estimación a detalle de anfibios del proyecto Ampliación 2 de Mina Las Chispas

Especie	Nombre común	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Abundancia relativa (%)	IVI	pi	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
Sapo toro	<i>Bufo alvarios</i>	66.667	80.000	66.667	213.333	0.667	-0.405	-0.270
Tortuga del desierto	<i>Gopherus agassizi</i>	33.333	20.000	33.333	86.667	0.333	-1.099	-0.366
2		100	100	100	300	1	-1.504	-0.637
I. Shannon H =								0.637
Máxima diversidad del ecosistema H' max =								0.693

Así mismo, como parte del análisis para caracterizar a las poblaciones este grupo, se consideró la estacionalidad de las especies, abundancia, sociabilidad, alimentación, habitat, distribución vertical y su posible afectación por la modificación o perturbación o eliminación de su hábitat. De acuerdo a las estimaciones realizadas, en herpetofauna tenemos la siguiente valoración de las especies:

Tabla III.50. Hábitos de anfibios presentes en el sistema ambiental (SA) del Ampliación de Mina Las Chispas.

Especie	Nombre común	Estacionalidad ^{1/}	Abundancia ^{2/}	Sociabilidad ^{3/}	Alimentación ^{4/}	Hábitat ^{5/}	Estrato de distribución ^{6/}
Sapo toro	<i>Bufo alvarios</i>	Residente	Ocasional	Solitario	Insectívoro	Madriguera	Herbáceo
Tortuga del desierto	<i>Gopherus agassizi</i>	Residente	Ocasional	Solitario	Herbívoro	Cueva	Herbáceo
2							

^{1/}: Estacionalidad de las especies: periodo en que se encuentran presentes las especies en una determinada área, definida en cuatro categorías: residentes, visitantes invernales, migratorias o transitorias

^{2/}: Abundancia: Se clasifica en cinco categorías; abundante (especie fácilmente detectable en grandes números), común (especie observadas en números bajos y en grupos pequeños), poco común (especie en la que se observaron unos pocos individuos), rara (especie observada en números muy bajos) y ocasional (especie muy escasa que si llega a observarse es un dato importante).

^{3/}: Sociabilidad: Tipo de organización social de las especies, comprende tres categorías: solitario (cuando solo se observa un individuo), pareja (especie que se desplaza en pareja sea época reproductiva o no) y gregaria (conformación de grupos de tres o mas individuos).

^{4/}: Alimentación: Se pueden identificar las siguientes categorías: herbívoros..., carnívoros..., carroñero..., frugívoro..., insectívoro..., nectarívoros...y omnívoros...

^{5/}: Hábitat: Ambiente donde la especie se desarrolla, el cual puede variar regionalmente dependiendo de las necesidades de los individuos de la especie.

^{6/}: Distribución vertical: Se basa en el estrato de la vegetación donde se desarrollan los individuos de la especie.

Relativo al ***hábito de las especies*** tenemos lo siguiente:

En estacionalidad, las especies muestreadas son mayormente residentes, tanto en el sistema ambiental (SA) como en el predio, seguido del hábito transitorio (todos los registros migratorios en aves) y finalmente transitorio, principalmente en las especies con requisito de mayor ámbito hogareño, como son los mamíferos mayores. En abundancia, las especies son mayormente comunes, asociadas al grupo de aves y luego mamíferos; le siguen la condición escasa y ocasional y finalmente el hábito abundante. La sociabilidad entre las especies es mayormente de condición gregaria (en especial el grupo de aves, seguido de mamíferos) y solitario apenas una tercera parte de la población muestreada.

En alimentación, las especies muestreadas son primariamente insectívoros (involucradas algunas especies de aves y reptiles), seguido de herbívoros (algunas especies de mamíferos y aves), omnívoros, carnívoros (algunas especies de mamíferos y aves) y finalmente un frugívoro del grupo de aves. En hábitat (relativo al componente de sitio de descanso y/o refugio), la preferencia es por nidos (todas las aves muestreadas), seguido de madrigueras (mayormente algunas especies de mamíferos y reptiles), cuevas (algunas especies de mamíferos) y en menor de los casos, echaderos (algunas especies de mamíferos). En cuanto al estrato de preferencia para la fauna silvestre, es el estrato herbáceo, involucrando especies de todos los grupos, seguido por el arbóreo (donde las especies involucradas son aves), son los estratos dominantes.

Tabla III.51. Atributos de los hábitos de la fauna silvestre en el sistema ambiental (SA) y proyecto Ampliación 2 de Mina Las Chispas

	Mamíferos		Aves		Reptiles		Anfibios		
	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF	Predio CUSTF	MHF	
Estacionalidad									
Residente	4	10	9	14	3	5		2	47
Migratorio				6					6
Transitorio	1	2	1	1					5
Abundancia									
Abundante			2	2					4
común	3	5	7	16		1			32
Escaso	1	2		2	3	3			11
ocasional	1	5	1	1		1		2	11
Sociabilidad									
Gregario	4	6	9	20					39
Solitario	1	6	1	1	3	5		2	19
Alimentación									
Carnívoro	1	3	2	2		1			9
Herbívoro	2	2	2	5				1	12
Frugívoro			1	1					2
Insectívoro			3	11	3	4		1	22
Omnívoro	2	7	2	2					13
Hábitat									
Cuevas	4	5						1	10
Nidos			10	21					31
Echaderos	1	2							3
Madrigueras		5			3	5		1	14
Estrato									
Arbóreo			8	15					23
Arbustivo				2					2
Herbáceo	5	12	2	4	3	5		2	33
	30	72	60	126	18	30	0	12	

IV.3.1.3. Medio socioeconómico.

a) Demografía y población

La población total del Municipio Arizpe es de 3,037 personas, de cuales 1523 son masculinos y 1436 femeninas.

La población total del municipio en 2010 fue de 3,037 personas, lo cual representó el 0.1% de la población en el estado.

En el mismo año había en el municipio 933 hogares (0.1% del total de hogares en la entidad), de los cuales 220 estaban encabezados por jefas de familia (0.1% del total de la entidad).

El tamaño promedio de los hogares en el municipio fue de 3.3 integrantes, mientras que en el estado el tamaño promedio fue de 3.7 integrantes.

La población de se Arizpe divide en 971 menores de edad y 1988 adultos, de cuales 523 tienen más de 60 años.

Tabla IV.52 Indicadores sociodemográficos

INDICADOR	ARIZPE (MUNICIPIO)	SONORA (ESTADO)
Población total, 2010	3,037	2,662,480
Total de hogares y viviendas particulares habitadas, 2010	933	705,668
Tamaño promedio de los hogares (personas), 2010	3.3	3.7
Hogares con jefatura femenina, 2010	220	181,538
Grado promedio de escolaridad de la población de 15 o más años, 2010	7.4	9.4
Total de escuelas en educación básica y media superior, 2010	17	4,453
Personal médico (personas), 2010	7	5,399
Unidades médicas, 2010	5	493
Número promedio de carencias para la población en situación de pobreza, 2010	2.0	2.4
Número promedio de carencias para la población en situación de pobreza extrema, 2010	3.5	3.8
Fuentes: Elaboración propia con información del INEGI y CONEVAL.		

Población indígena en Arizpe

10 personas en Arizpe viven en hogares indígenas. Un idioma indígena hablan de los habitantes de más de 5 años de edad 5 personas. El número de los que solo hablan un idioma indígena es 0, los de cuales hablan también mexicano es 5.

Estructura social

Derecho a atención médica por el seguro social, tienen 1218 habitantes de Arizpe.

Estructura económica

En Arizpe hay un total de 882 hogares. De estos 883 viviendas, 60 tienen piso de tierra y unos 31 consisten de una habitación solo.

813 de todas las viviendas tienen instalaciones sanitarias, 772 son conectadas al servicio público, 820 tienen acceso a la luz eléctrica.

La estructura económica permite a 93 viviendas tener una computadora, a 580 tener una lavadora y 758 tienen televisión.

b) Cobertura de servicios

El grado promedio de escolaridad de la población de 15 años o más en el municipio era en 2010 de 7.4, frente al grado promedio de escolaridad de 9.4 en la entidad.

En 2010, el municipio contaba con siete escuelas preescolares (0.4% del total estatal), seis primarias (0.3% del total) y cuatro secundarias (0.6%). Además, el municipio no contaba con ningún bachillerato y ninguna escuela de formación para el trabajo. El municipio no contaba con ninguna primaria indígena.

Las unidades médicas en el municipio eran cinco (1% del total de unidades médicas del estado).

El personal médico era de siete personas (0.1% del total de médicos en la entidad) y la razón de médicos por unidad médica era de 1.4, frente a la razón de 11 en todo el estado.

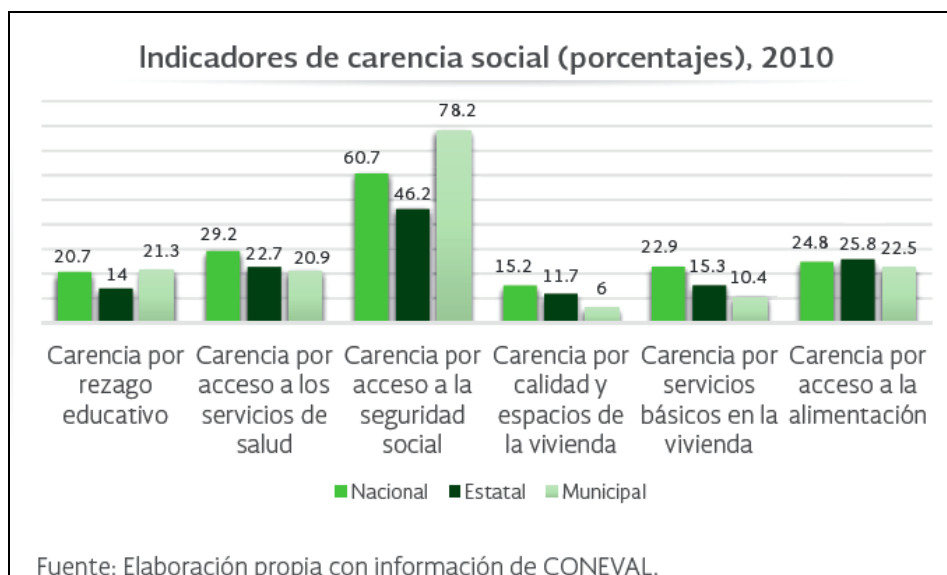


Figura IV.24. Indicadores de carencia de servicios de la región donde se ubica el proyecto.

En 2010, 1,683 individuos (49.8% del total de la población) se encontraban en pobreza, de los cuales 1,454 (43%) presentaban pobreza moderada y 228 (6.7%) estaban en pobreza extrema.

En 2010, la condición de rezago educativo afectó a 21.3% de la población, lo que significa que 720 individuos presentaron esta carencia social.

En el mismo año, el porcentaje de personas sin acceso a servicios de salud fue de 20.9%, equivalente a 708 personas. La carencia por acceso a la seguridad social afectó a 78.2% de la población, es decir 2,645 personas se encontraban bajo esta condición.

El porcentaje de individuos que reportó habitar en viviendas con mala calidad de materiales y espacio insuficiente fue de 6% (203 personas).

El porcentaje de personas que reportó habitar en viviendas sin disponibilidad de servicios básicos fue de 10.4%, lo que significa que las condiciones de vivienda no son las adecuadas para 353 personas.

La incidencia de la carencia por acceso a la alimentación fue de 22.5%, es decir una población de 760 personas.

Viviendas que no disponen de agua entubada de la red pública (6.4% del total), viviendas que no disponen de drenaje (5.8%), viviendas que no disponen de energía eléctrica (5.4%), viviendas con piso de tierra (4.6%), viviendas con un solo cuarto (3.8%) y viviendas sin ningún bien (1.2%).

Las incidencias en otros indicadores de rezago social son: Población de 15 años y más con educación básica incompleta (52.2% del total), viviendas que no disponen de lavadora (25.3%), población sin derechohabencia a servicios de salud (17.9%), viviendas que no disponen de refrigerador (10.1%), viviendas sin excusado/sanitario (5.5%), población de 15 años o más analfabeta (3.7%) y población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela (2.3%).

Agua Potable

El servicio de agua potable beneficia a 3,160 habitantes representando una cobertura del 93 por ciento; la red de distribución se forma por norias tipo pozo, equipados con motores eléctricos, ubicadas en los márgenes de los ríos Sonora y Bacanuchi. El almacenamiento de agua para consumo humano, se hace en pilas y tanques elevados, que tiene una capacidad de 300 metros cúbicos.

Alcantarillado

Este servicio tiene una cobertura del 54 por ciento de la población. En términos generales las condiciones de la red son aceptables, presentándose problemas de sobrecarga en el colector principal y en la laguna de oxidación de Arizpe.

Electrificación

El servicio de electrificación tiene una cobertura del 91.7 por ciento, beneficiando a 3,113 habitantes. Se requiere ampliar la red de energía eléctrica en una parte de la comunidad de Chinapa.

Vías y Medios de comunicación

La principal vía de comunicación terrestre es la carretera estatal Mazocahui–Cananea.

El camino de acceso es de terracería. A través de la carretera estatal existen tres pasos por vados: Chinapa, Unamichi y Bacoachi, sobre los ríos Sonora y Bacanuchi. Actualmente en la cabecera municipal se cuenta con servicio telefónico de larga distancia automática. El servicio de transporte de pasajeros con corridas diarias hacia Hermosillo y Cananea. Además se cuenta con una caseta de Telégrafos y Correos.

IV.3.1.4. Paisaje

Visibilidad

Como se ha manifestado en otras partes de este trabajo, el sitio del proyecto 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 y sus servicios, 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.

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, procurando que la cuenca visual se centrara en el área de las obras.

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, el proyecto 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. De cualquier forma, y teniendo presente el valor intrínseco del sitio, aun cuando no existen proyectos recreativos de ninguna índole en el sitio, se llevó a cabo un análisis de visibilidad general para determinar todos aquellos puntos dentro del área de estudio desde los cuales se pueden avistar los sitios de las distintas obras del proyecto.

Calidad paisajística

Para efectos de evaluar la calidad visual del paisaje, con base en las consideraciones de puntos de observación y cuenca del paisaje tratadas en el apartado inmediato anterior, y tras el análisis visual del mismo, se definió una sola unidad de paisaje tomando en cuenta consideraciones de morfología, patrones de homogeneidad, sobre todo la cromática y de cobertura vegetal, y la espacialidad de los rasgos, entre otros aspectos. Los elementos visualmente relevantes de esta unidad del paisaje se presentan en la tabla siguiente.

Tabla IV.53. Elementos de relevancia visual de la unidad de paisaje

Áreas de interés escénico	Las topoformas más altas y abruptas
Hitos visuales de interés	No se reconocieron
Cubierta vegetal dominante	Destaca matorral subtropical y bosque de encino en menor proporción
Presencia de fauna	Venados, aves
Cuerpos de agua	Pequeños cuerpos de agua de tipo represo sin ser perceptibles desde una perspectiva panorámica
Intervención humana	Dada principalmente en la forma de generación de caminos hacia los ranchos; 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).

Tabla IV.54. 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 mayormente de matorral subtropical, se tiene que no existen en el área singularidades paisajísticas o elementos naturales de carácter sobresaliente que permitan categorizarla en forma especial. 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 ciertamente modificarán este aspecto pero sólo a nivel local sin embargo, debido a que el proyecto ni involucra desmonte, éste no perdería su calidad visual. Por otro lado, por sus características fisio-geomorfológicas, 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.

Fragilidad

En cuanto a la susceptibilidad del paisaje del área del proyecto 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. Es de importancia mencionar sobre todo que no se reconocieron fuertes procesos de fragmentación paisajística ni tampoco un cambio rápido en la composición y abundancia de las especies vegetales. Además, estos procesos no se verán coadyuvados grandemente por las operaciones del proyecto asociado.

Dadas estas condiciones, se considera que existe una capacidad de moderada a buena para absorber los impactos que causarán las actividades. Se estima que es moderada, 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 fusiónamiento" 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. 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, aunque su conformación final es desconocida.

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.55. 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.4 Diagnóstico ambiental

El inventario del sistema ambiental se desarrolla con base en los apartados descritos en otras partes de este documento para el proyecto, 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.

Normativos

Los rubros normados relacionados a los distintos aspectos del proyecto se enmarcan en las categorías de suelo, agua, flora y fauna.

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 especies.

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 presenta malas condiciones de naturalidad, toda vez que existe un camino en operación, además de que su superficie se encuentra perturbada por acción del hombre en la forma de desmontes, zonas perturbadas u ocupadas.

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.

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.

Riesgos/vulnerabilidad

No se reconocieron eventos que pongan en riesgo los atributos descritos del proyecto. 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. La perturbación de la cobertura vegetal del área, brinda adecuada protección a la erosión y estabilidad a los suelos.

CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	1
V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS	1
V.1.1. <i>Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.</i>	1
V.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS.	8
V.2.1. <i>Indicadores de impacto</i>	8
V.3. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS.....	15
Rubro ambiental: Atmósfera	15
Rubro ambiental: Suelo	15
Rubro ambiental: Recursos geológicos.....	16
Rubro ambiental: Agua superficial y subterránea	16
Rubro ambiental: Tipos de vegetación y flora	17
Rubro ambiental: Fauna silvestre	18
Rubro ambiental: Paisaje	18
Rubro: Aspectos socioeconómicos	19
V.4 CONCLUSIONES.....	20

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1 Identificación de impactos

V.1.1. 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). Está basada en la identificación, predicción, y evaluación de los impactos ambientales considerando las características del proyecto, cubriendo sus diferentes etapas.

Para la continuidad de la actividad minera, se requiere la Ampliación 2 de Mina Las Chispas en obras, actividades y superficie, encaminada a la eficientización de la actual mina Las chispas, basado en la ingeniería de detalle, que determinó las directrices de operación eficiente para la persistencia de la mina en sitio.

Para ello, se contempla la ocupación de envolvente de obras y servicios de salvaguarda minero hasta llegar a las 1,414.7219 ha para la ocupación de obras de complemento a Mina Las Chispas, estando actualmente en ocupación operativa 181.7341 ha. Es decir, se trata de un polígono envolvente para obras y servicios mineros por 1,232.9878 adicionales para las áreas de servicio apropiadas para la operación segura del proyecto que se incorpora a Las Chispas.

El proyecto se ubica en el municipio de Arizpe, en la localidad rural de Babicanora, en un sistema ambiental delimitado en 123.62 km², dentro de 3 propiedades a favor del promovente, con una ocupación de 1,414.7219 ha, en su totalidad dentro de ecosistema árido y semiárido con vegetación de matorral subtropical (MST), así como ecosistema templado con bosque de encino (BQ).

Así, 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.

La metodología que se utiliza en la Ampliación 2 de Mina Las Chispas 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 ingenieria
	Estudios de linea 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	Desmante y despalmes del terreno
	Movimiento de maquinaria y equipo
	Construcción de obras de apoyo de servicios (acueducto)
	Bancos de material
	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
Operación y mantenimiento	Incremento de áreas de servicio minero
	Areas para futuro incremento de proceso
	Areas de salvaguarda y de maniobras de mina
	Areas de futuros campamentos y complejo de oficinas y estancia.
	Extracción y acarreo de bancos de material
	Acueducto
	Pozos de ventilación
	Planes de seguridad y Capacitación del personal
	Procedimientos seguros de trabajo por área minera
	Manejo de agua, emisiones y residuos
	Mantenimiento de maquinaria y equipo
Cierre y abandono	Supervisión y controles ambientales
	Actividades concurrentes previo al cierre
	Desmantelamiento de obras
	Estabilización de taludes y saneamiento de instalaciones
	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.

Tabla V.2 Componentes del sistema ambiental del proyecto

Ambiente	Rubro ambiental	Atributo / Cualidad
Ambiente físico	Atmósfera	Generacion 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 freatico		
Ambiente biológico	Vegetación y flora	Cubierta vegetal
		Especies protegidas o de interes especial
		Habitat especial
		Atributos florísticos
		Condición actual
	Fauna	Distribucion y abundancia
		Especies protegidas o de interes especial
		Condiciones del Hábitat
Funcionalidad del sistema		
Paisaje		Cualidades esteticas
		Fragilidad del ecosistema
		Arreglo visual
Ambiente socioe- conomico	Poblacion	Demografia y migracion
		Actividades recreativas y culturales
		Calidad de vida
	Servicio	Servicios e infraestructura
		Vialidades y acceso
		Interaccion de las comunidades
	Economia	Economia regional
		Empleo y mano de obra
		Actividades productivas
Tenencia de la tierra		
Gestion ambiental		Normatividad ambiental
		Manejo y administración de seguridad
		Seguimiento ambiental del proyecto

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:

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.

De manera general, Ampliación 2 de Mina Las Chispas 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.

Tabla V.3. Matriz de identificación de impactos ambientales de Ampliación 2 de Mina Las Chispas

		Proyección del ciclo										Impactos										Observación y medidas										
Compañía Minera La Llamarada S.A. de C.V.		Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento	Cierre y abandono	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	
Categoría	Subcategoría	Proyección del ciclo										Impactos										Observación y medidas										
		Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento	Cierre y abandono	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	Impactos	
Medio físico	Atmósfera																															
	Acústica y vibraciones																															
	Calidad del aire																															
	Calidad del agua																															
	Calidad del suelo																															
	Calidad del agua																															
	Calidad del suelo																															
	Calidad del agua																															
	Calidad del suelo																															
	Calidad del agua																															
	Calidad del suelo																															
Medio biótico	Vegetación																															
	Vegetación																															
	Vegetación																															
	Vegetación																															
	Vegetación																															
	Vegetación																															
	Vegetación																															
	Vegetación																															
	Vegetación																															
	Vegetación																															
	Vegetación																															
Medio socioeconómico	Actividades recreativas y culturales																															
	Actividades recreativas y culturales																															
	Actividades recreativas y culturales																															
	Actividades recreativas y culturales																															
	Actividades recreativas y culturales																															
	Actividades recreativas y culturales																															
	Actividades recreativas y culturales																															
	Actividades recreativas y culturales																															
	Actividades recreativas y culturales																															
	Actividades recreativas y culturales																															
	Actividades recreativas y culturales																															
Medio ambiental	Normatividad ambiental																															
	Manejo y administración de seguridad																															
	Seguimiento ambiental del proyecto																															

Nota: Ver detalle en **ANEXO 4** de este documento.

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.

La tabla V.4 muestra el balance de los impactos cualitativos benéficos y adversos plasmados en la matriz de identificación de impactos.

Tabla V.4 Resumen de la matriz de identificación de impactos ambientales según los componentes del sistema ambiental.

 Compañía Minera La Llamarada S.A. de C.V.			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								
		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								
		Geoformas	2	1	1	0								
	Suelo	Propiedades del suelo	0	1	1	1								
		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								
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								
		Especies protegidas o de interés especial	1	1	3	2								
		Habitat especial	1	0	0	0								
		Atributos florísticos	2	0	0	0								
		Condición actual	2	1	2	1								
	Fauna	Distribución y abundancia	2	1	4	2								
		Especies protegidas o de interés 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									
	Fragilidad del ecosistema	4	2	5	1									
	Arreglo visual	4	1	6	1									
Ambiente socioeconómico	Población	Demografía y migración	0	0	0	1								
		Actividades recreativas y culturales	1	0	0	1								
		Calidad de vida	1	0	21	3								
	Servicio	Servicios e infraestructura	0	0	28	2								
		Vialidades y acceso	0	0	2	1								
		Interacción de las comunidades	0	0	7	1								
	Economía	Economía regional	0	0	9	2								
		Empleo y mano de obra	0	0	25	0								
		Actividades productivas	0	0	26	3								
		Tenencia de la tierra	0	0	3	1								
Gestión ambiental	Normatividad ambiental	0	0	30	2									
	Manejo y administración de seguridad	3	1	8	1									
	Seguimiento ambiental del proyecto	0	0	19	0									
			85	29	244	46	85	29	244	46	85	29	244	46

La tabla V.5 presenta el resumen de los impactos cualitativos por etapas del proyecto.

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 despalmes del terreno										Movimiento de maquinaria y equipo										Construcción de obras de apoyo de servicios (acueducto)										Bancos de material										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										Incremento de áreas de servicio minero										Áreas para futuro incremento de proceso										Áreas de salvaguarda y de maniobras de mina										Áreas de futuros campamentos y complejo de oficinas y estancia.										Extracción y acarreo de bancos de material										Acueducto										Pozos de ventilación										Planes de seguridad y Capacitación del personal										Procedimientos seguros de trabajo por área minera										Manejo de agua, emisiones y residuos										Mantenimiento de maquinaria y equipo										Supervisión y controles ambientales										Actividades concurrentes previo al cierre										Desmantelamiento de obras										Estabilización de taludes y saneamiento de instalaciones										Restauración biológica										Monitoreo posterior al cierre																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
RESUMEN DE LA IDENTIFICACION 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	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

V.2. Caracterización de los impactos.

V.2.1. Indicadores de impacto

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 a10. 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 resultaron con saldo positivo. En particular, la mayor interrelación ocurre en el rubro ambiental de atmosfera. Lo anterior puede analizarse a detalle en la V.8.

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.

Los resultados de la evaluación de la magnitud e importancia destacan que la Ampliación 2 de Mina Las Chispas 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.

Ampliación 2 de Mina Las Chispas

Tabla V.8. Resumen de valoración de magnitud e importancia de Ampliación de Mina Las Chispas

[illegible]

Nota: Ver detalle en **ANEXO 4** de este documento.

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.

Tabla V.9. Matriz de significancia de impactos ambientales.

 SILVERCREST Metals Inc. Compañía Minera La Lllamarada S.A. de C.V.			SIGNIFICANCIA		
			POR COMPONENTE AMBIENTAL	POR RUBRO AMBIENTAL (No. / %)	
Ambiente físico	Atmosfera	Generacion de polvos	512	3141	10%
		Ruido y vibraciones	547		
		Humos y olores	448		
		Calidad del aire	1634		
	Geologia	Relieve	350	578	2%
		Geoformas	228		
	Suelo	Propiedades del suelo	329	2244	7%
		Erosión	446		
		Uso actual	395		
		Calidad del suelo	516		
		Estabilidad del suelo	558		
	Agua superficial y subterránea	Calidad	710	1741	5%
		Disponibilidad	201		
		Patrón de drenaje	623		
		Nivel freatico	207		
Ambiente biológico	Vegetación y flora	Cubierta vegetal	878	2011	6%
		Especies protegidas o de interes especial	683		
		Habitat especial	20		
		Atributos florísticos	45		
		Condición actual	385		
	Fauna	Distribucion y abundancia	700	1939	6%
		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 socioeconomico	Población	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 de seguridad		845		
	Seguimiento ambiental del proyecto		1323		
			32775	32775	100%

V.3. Valoración de los impactos.

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 servicio y de proceso de mina, 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 ocupación 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 depósitos de 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 futuro desmonte y despalde de terreno en algunas porciones del terreno, 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 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.

Rubro ambiental: Recursos geológicos

El arreglo geológico se verá afectado principalmente por las actividades de voladuras durante el minado subterráneo así como la 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 depositación de material.

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 no 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 excedidos los valores de algunos metales.

Los componentes del agua subterránea que se verán afectados negativamente por la operación de Ampliación 2 de Mina Las Chispas son la variación de flujo y el nivel freático principalmente debido a la demanda del proyecto. La empresa actualmente está en la etapa de exploración, en la búsqueda de la fuente de suministro de agua más viable al proyecto, para mantener estable las operaciones de proceso.

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 de las áreas donde se vaya asignando uso del terreno.

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 y el consecuente desplazamiento de fauna del sitio.

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 y la depositación de material en terreno, todos estos impactos podrían ser parcialmente reversibles 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 2 de Mina Las Chispas 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. Se considera a los pobladores del ejido Bámori, pues los Ranchos Babicanora y Cuesta Blanca, el promovente es el propietario.

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, 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 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.4 Conclusiones.

El inventario del sistema ambiental se desarrolla con base en los apartados descritos en otras partes de este documento para el proyecto, 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, no encontrando limitantes para el desarrollo del proyecto planteado en el presente estudio.

El impacto residual resultante es el desmonte del terreno de las áreas naturales donde se vayan definiendo usos y destinos de suelo, para lo cual será elaborado el Estudio Técnico Justificativo en materia de cambio de uso de suelo (CUSTF) previo a su ejecución.

CONTENIDO

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	1
VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL	1
VI.2. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	16
VI.3. SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO)	17
VI.4. INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS	19

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS 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 2 de Mina Las Chispas, 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 2 de Mina Las Chispas, puede resultar mayor detalle en alguna medida, o bien, la inclusión de actividades adicionales¹.

Rubro Aire y atmósfera

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.

¹ 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; VINC: Vinculación con uso del suelo y de gestión ambiental. La numeración es consecutiva del número de las medidas de mitigación que se proponen.

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.
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.

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 2 de Mina Las Chispas 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	Cuando sea necesario, la remoción de vegetación se realizará estrictamente en la superficie solicitada para las obras y servicios minero previo un estudio de cambio de uso del suelo, 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 despalme 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 2 de Mina Las Chispas, 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 zanjas bordos, gaviones, caminos, obras de estabilidad de taludes y control de cárcavas.

SUE-4	Desde el diseño, se considera la estabilidad de pendientes y taludes de las obras mineras. En particular, para bancos de material, durante las operaciones y cierre que permiten un factor de seguridad aceptable bajo condiciones de carga estática. Al cierre, deberá llevarse a cabo la estabilización de taludes y reforestación de las zonas ocupadas.
SUE-5	Para aminorar la pérdida de suelo por erosión, 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 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, 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 han detectaron problemas de contaminación en los avances de línea base ambiental.
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. 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. 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 Arizpe, previa autorización del Ayuntamiento. 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 podría evaluarse la construcción de un relleno sanitario para la Ampliación 2 de Mina Las Chispas, 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 2 de Mina Las Chispas. 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.

Recursos geológicos:

- | | |
|-------|---|
| GEO-1 | Se trabajará conforme a un plan de minado que contempla medidas de protección y seguridad. Este plan de minado previene deslizamientos para evitar accidentes dentro de las áreas de trabajo subterráneo, así como las voladuras y seguridad en los niveles de operación. 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 2 de Mina Las Chispas 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. |

Agua superficial

- | | |
|-------|---|
| SUP-1 | Una vez terminados los trabajos de desmonte y despalde en los polígonos naturales donde vaya sucediendo el detalle de obras, 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 zanjas bordos 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 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 de los arroyos La Víbora, Cuesta Blanca, la Culebra y Babicanora 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 2 de Mina Las Chispas, 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 promotora se encuentra en trámite de obtener los recursos hidrológicos que le permitan cubrir las demandas de agua de Ampliación 2 de Mina Las Chispas, 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.

Hidrología subterránea:

SUB-1	La Ampliación 2 de Mina Las Chispas se ubica dentro del acuífero Río Sonora y la empresa actualmente está en la etapa de valoración de la fuente de suministro de agua más viable al proyecto, para mantener estable las operaciones de proceso, sin comprometer la disponibilidad estimada del acuífero. Las fuentes de suministro consideradas podrán ser mediante Título de concesión en trámite, agua de laboreo y/o agua meteórica captada en repesos locales
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 2 de Mina Las Chispas. 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.

Recursos florísticos:

VEG-1	Se deberá implementar un Programa de Protección de Especies vegetales para la Ampliación 2 de Mina Las Chispas. 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, trasplante, mantenimiento y monitoreo de las actividades.
VEG-2	La Ampliación 2 de Mina Las Chispas contempla un extenso estudio sistemático de tipos de vegetación y flora en el sitio, acumulando muestreos e inventarios, incluyendo las estaciones del año y elementos anuales. Lo anterior permite conocer a detalle los elementos florísticos susceptibles de integrarse al proyecto.
VEG-3	La Ampliación 2 de Mina Las Chispas 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	Se contempla el establecimiento de áreas verdes y de conservación dentro del diseño del proyecto como parte del acondicionamiento del mismo. Aun más, el proyecto posee a su favor las concesiones mineras de ocupación, así como ser poseedor de la mayor parte de ocupación de la ampliación, por lo que prevé, paralelo a la operación, 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 que se vayan requiriendo en la definición de obras, 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 aquellas 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 2 de Mina Las Chispas, 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. 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 2 de Mina Las Chispas 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 2 de Mina Las Chispas 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 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 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 las obras de minado en sitio, los materiales acumulados 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.

Aspectos socioeconómicos:

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 2 de Mina Las Chispas 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 2 de Mina Las Chispas 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 2 de Mina Las Chispas representa un efecto detonador en la economía local, sobre todo por la continuidad de proyectos de crecimiento de la empresa promotente, 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 Arizpe 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 2 de Mina Las Chispas se tiene contemplada la generación de más de 100 empleos. Además, la realización de Ampliación 2 de Mina Las Chispas 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 \$100 millones de dólares USD.
SOC-5	La biodiversidad del sitio y los servicios ambientales que de ella se derivan, están ampliamente distribuidas en todo el sistema ambiental (SA), por lo que la ejecución de Ampliación 2 de Mina Las Chispas, 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 promotora va más allá de la explotación de Ampliación 2 de Mina Las Chispas. 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. 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.

Aspectos normativos y de regulación del uso del suelo:

VINC-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.
VINC-2	La operación y desarrollo de Ampliación 2 de Mina Las Chispas 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.
VINC-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.
VINC-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.
VINC-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.
VINC-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.
VINC-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 2 de Mina Las Chispas 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, VINC-1, VINC-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, VINC-1, VINC-2
			Nivel freático	
	Permisos y autorizaciones	Agua superficial y subterránea	Disponibilidad	VEG-1, VEG-2, VEG-3, SOC-6, SOC-7, SOC-8
			Cubierta vegetal	
		Vegetación y flora	Especies protegidas	
			Atributos florísticos	
			Condición actual	FAU-1, SOC-6, SOC-7
		Fauna silvestre	Distribución y abundancia	
			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 2 de Mina Las Chispas 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 interes	
			Habitat especial	
			Atributos florísticos	
			Condición actual	
		Fauna silvestre	Distribucion y abundancia	FAU-1, FAU-2, FAU-3
			Especies protegidas o de interes	
			Condiciones del Hábitat	
			Funcionalidad del sistema	
		Paisaje	Cualidades esteticas	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 esteticas	PAI-1
		Cortes y rellenos	Atmósfera	Generación de polvos
	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
	Fauna silvestre	Condiciones del Hábitat	FAU-1, FAU-2, FAU-3	
	Paisaje	Arreglo visual	PAI-1	
	Infraestructura y equipamiento minero y de servicios	Atmósfera	Ruido y vibraciones	AIR-1, AIR-2, AIR-3, AIR-4
	Obras de control de caminos, escurrimiento, cercado y monitoreo	Atmósfera	Generación de polvos	
			Calidad del aire	

Tabla VI.3. Resumen de medidas de Mitigación de los impactos adversos de Ampliación 2 de Mina Las Chispas durante la etapa de operación y cierre del proyecto

Etapas	Actividad	Rubro	Componente o factor ambiental que se impacta	Medidas de prevención y/o mitigación
Operación y mantenimiento	Incremento de áreas de servicio minero	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	
	Area de incremento de proceso	Atmósfera	Generación de polvos	AIR-1, AIR-2, AIR-3, AIR-4, AIR-5
			Humos y olores	
			Calidad del aire	
	Areas de salvaguarda y de maniobra	Atmósfera	Ruido y vibraciones	PAI-1, PAI-2, PAI-3, PAI-4
		Paisaje	Arreglo visual	
	Procedimientos seguros de trabajo	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	Gestión ambiental	Manejo y administración del riesgo ambiental	VINC-3, VINC-4, VINC-5, VINC-6, VINC-7, VINC-8

VI.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 del proyecto.

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.

En la siguiente tabla se muestran las acciones de monitoreo propuestas para el proyecto

Tabla VI.4. Monitoreo de recursos físicos y biológicos

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	CE-CCA-001/89	Sitios de muestreo de agua superficial, aguas abajo del proyecto
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, cuando se requiera, previo a establecer planes de manejo de residuos
Ruido ambiental	Decibeles	NOM-081-SEMARNAT-1994	Proyectar el monitoreo para establecer 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.
Registro de rescate de especies de flora y producción de plantas	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	Se recomienda periodicidad semestral durante la construcción
Observaciones del estado de la fauna silvestre	Observaciones de ausencia/presencia de fauna (aves, mamíferos, etc.).	Información que soportará los programas de restauración	Se recomienda periodicidad semestral durante la construcción

El programa de vigilancia ambiental se basa en la verificación de los avances, de las medidas de mitigación de impactos ambientales y tiene como objetivos:

- Establecer la metodología para la evaluación de las medidas precautorias y de mitigación de los posibles impactos originados por el proyecto en cada una de sus actividades, designando los parámetros de evaluación y los periodos en que se han de efectuar las mismas.
- Controlar la correcta ejecución de las medidas previstas en este documento a través de procedimientos seguros de trabajo (PST) de cada actividad.
- Verificar los estándares de calidad de los materiales y procesos empleados.
- Comprobar la eficacia de las medidas protectoras y correctivas establecidas y ejecutadas. Cuando tal eficacia se considere insatisfactoria, se establecerán las causas y las medidas adecuadas.
- Detectar impactos no previstos en el estudio de impacto ambiental y prever las medidas adecuadas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos.
- Es una fuente de datos importante para mejorar el contenido de futuros estudios de impacto ambiental, pues permiten evaluar hasta qué punto las predicciones efectuadas son correctas.
- Informar al promovente sobre los aspectos, objeto de vigilancia y ofrecerle un método sistemático, lo más sencillo y económico posible para realizar la vigilancia de una forma eficaz.
- Describir el tipo de informes, la frecuencia y periodo de su emisión que deban remitirse a la autoridad correspondiente.

El período durante el cual tendrá eficacia el programa de verificación ambiental será antes, durante y después de la puesta en marcha del proyecto, durante el desarrollo de las actividades preventivas y de mitigación de impactos ambientales. Las evaluaciones de lo previsto en esta MIA, se efectuarán al inicio de las actividades de preparación del sitio y de manera continua a lo largo del proyecto hasta su conclusión y dos años posteriores a su puesta en marcha.

VI.3. Seguimiento y control (monitoreo)

Con base en la naturaleza del proyecto, este apartado se ocupa principalmente de los espacios públicos y de las operaciones requeridas para la conservación y mantenimiento de las mejores condiciones de transporte, evitar disfunciones en la prestación de servicios públicos y evitar también, contaminación o deterioro de los componentes ambientales y en su caso, contribuir al mejoramiento ambiental de las inmediaciones del proyecto.

Entre los posibles accidentes que pueden ocurrir están los volcamientos y colisiones de automóviles, sobre esto se tiene la ventaja de que la infraestructura vial ha sido planteada de tal manera que haya funcionabilidad en el tránsito vehicular, específicamente las adecuadas dimensiones, asimismo la colocación de señalamientos de tránsito que favorecen un orden en el flujo vehicular.

Responsable del seguimiento

El cumplimiento, control y seguimiento, de las medidas son responsabilidad del promovente y el contratista, quienes lo ejecutarán con personal propio o mediante asistencia técnica. Se contará con la asesoría de un prestador de servicios técnicos y se invitará a las autoridades competentes a realizar visitas de inspección durante y al término de los trabajos.

Metodología del seguimiento

La realización del seguimiento se basa en la formulación de indicadores, que proporcionen la forma de estimar de manera cuantificada y simple la realización de las medidas previstas y sus resultados. Se podrán emplear:

- Indicadores de realización, que miden la aplicación y ejecución efectiva de las medidas correctoras.
- Indicadores de eficacia, que miden los resultados obtenidos con la aplicación de la medida correctora correspondiente.
- De los valores tomados por estos indicadores se deducirá o no la necesidad de aplicar medidas correctoras de carácter complementario.

Previo a la ejecución de la obra, en la autorización de esta Manifestación de Impacto Ambiental, se mencionan las condicionantes en materia de impacto ambiental a las que deban ponérseles atención antes, durante y después del proyecto y demás descritas en el presente documento.

Retroalimentación de resultados

Se efectuarán evaluaciones permanentes con alguna de las metodologías de seguimiento, que mejor representen la comparación entre el escenario modificado antes y después de aplicar las medidas correctoras, los resultados se darán a conocer en los informes enviados a la Secretaría

El impacto social que genera el proyecto es considerado como positivo y de amplia aceptación, tomando en cuenta que se contribuye con el desarrollo social de las comunidades que se ubican en su zona de influencia.

Como se dio a conocer en el presente documento, las condiciones ambientales de los predios ubicados en las zonas de ampliación serán modificadas negativamente en mayor o menor grado según sea el componente ambiental del que estemos hablando; una vez ejecutado el proyecto pero se cuenta con la anuencia de ocupación y el promovente es dueño de la mayor ocupación de acuerdo a lo manifestado en el Capítulo II y sustentado con la información del ANEXO 2 de este documento.

La metodología empleada en la evaluación del estado ambiental representan las valoraciones del impacto, resultado de un proceso reflexivo, pero a la vez dinámico donde se incluyen los efectos benéficos de las medidas de mitigación. La aplicación de estas medidas de mitigación, generarán beneficios positivos a los factores mayormente afectados, y el programa de vigilancia ambiental ayudará a la correcta ejecución de dichas medidas y poder corregirlas o modificarlas si los resultados esperados no son satisfactorios.

Finalmente, debe tomarse en cuenta que la ejecución de este tipo de proyecto es trascendental en el desarrollo social de los pueblos y comunidades.

VI.4. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

No aplica toda vez que el proyecto no implica riesgo ambiental alguno.

CONTENIDO

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	1
VII.1 PRONÓSTICO DEL ESCENARIO	1
VII.1. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO.	3
VII.2. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO.	8
VII.3. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	11
VII.4. PRONÓSTICO AMBIENTAL.....	16
VII.5. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	17
VII.6 CONCLUSIONES	19

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1 Pronóstico del escenario

En base en los estudios de caracterización del sistema ambiental se intenta formar un panorama de las condiciones actuales, 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 y se explica cómo serán amortiguados los cambios mediante medidas de prevención, mitigación y medidas compensatorias.

Tomando esto como base, se puede llevar a cabo el diseño del proyecto y comenzar la construcción, utilizando técnicas adecuadas según los fines planteados en el diseño. Como se ha mencionado se espera una afectación sobre la vegetación, sin embargo es importante señalar que esta será moderada debido a que se implementarán acciones encaminadas a la mitigación y compensación de los impactos ambientales.

En general, producto del trabajo de campo del proyecto, se identifica que las condiciones actuales del proyecto presentan un grado de conservación aceptable, además que no se realizan aprovechamientos forestales. Sin embargo, 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.

Como resultado del análisis ambiental efectuado en el capítulo IV y habiendo aplicado las medidas correctivas y de mitigación de los impactos ambientales identificados, se realiza la proyección del escenario modificado por las actividades del proyecto.

La ejecución y puesta en marcha del proyecto, es considerada como una obra particular, de alto impacto positivo sobre el desarrollo socioeconómico de las poblaciones que se ubican en la región Sur del municipio de Arizpe, Sonora, al facilitar el desplazamiento hacia el proyecto, el cual una vez que entre en operación dicho proyecto generara empleos para los ciudadanos del municipio.

Los predios que serán ocupados por el proyecto cuentan con uso de agostadero y minero sin embargo han sido sometidos a la ganadería extensiva que en un momento aprovecharon los recursos disponibles y modificaron las condiciones originales de la vegetación existente, toda vez que se trata de áreas con poca densidad en cuanto a cobertura vegetal y se encuentran muy impactadas.

No se contemplan alteraciones mayores a las previstas en el documento toda vez que no se afectan corrientes hidrológicas superficiales o subterráneas importantes; al incluir dentro del diseño del proyecto, la construcción vados encaminadas a no obstruir el escurrimiento, respetando la dirección actual del flujo.

No se alteran áreas que presenten la mejor composición de especies vegetales y animales a las prevaletientes en la zona y no se consideran daños adversos e impactos potenciales a la estabilidad del suelo, tomando en cuenta que se trata de una composición mayormente rocosa y de suelos estables, así mismo los cortes para futuros bancos de material previstos no es considerable para que existan desbordamientos.

El proyecto será dirigido y ejecutado por el contratista que cuente con la maquinaria especializada requerida para cada actividad, reduciendo considerablemente los impactos ambientales adicionales, asimismo el promovente cuenta con personal con capacidad técnica que permita vigilar y supervisar las obras.

El paisaje tendrá una modificación, mientras que la calidad visual se mantendrá aún después de ejecutado el proyecto, dado que no se prevé la construcción de infraestructuras elevadas que impidan la visión y se evitará la generación de polvo que actualmente existe por el tránsito vehicular.

La dinámica natural de las comunidades de fauna que existen actualmente en la zona del proyecto, no se verá afectada de manera considerable, debido a que el camino actual de terracería se encuentra bajo funcionamiento, por lo que los ejemplares que se distribuyen en esa zona ya se han adaptado a su presencia, partiendo del hecho que las especies que habitan en esos predios ya han estado expuestos de manera antecedente a los disturbios y presencia humana.

Los impactos que serán generados tienen un grado de acción sobre cada uno de los componentes del ecosistema como se muestra en la tabla presentada para la evaluación de la calidad ambiental en la justificación del sistema ambiental (SA). La aplicación de las acciones de mitigación contempladas en la ejecución del proyecto ayudará en la reducción de algún de estos impactos.

Se estima que las medidas preventivas y correctivas propuestas son suficientes y adecuadas para disminuir, resarcir o atenuar los impactos ambientales negativos, de tal manera que se mantenga, a nivel de microcuenca, la cantidad y calidad de los servicios ambientales. La actividad adicional prevista como la reforestación en un área fuera del sitio del proyecto, tiene relevancia en la reducción aún más específica sobre los factores mayormente afectados.

Por lo tanto, se observa un escenario modificado similar con su entorno, en el cual no se generan más residuos que los indispensables y que busca en todo momento mantener la simbiosis en el ecosistema, respetando los componentes ambientales, no se prevén construcciones adicionales que las previstas en las obras proyectadas.

Durante el desarrollo del proyecto 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.

VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

Recurso: Atmósfera

En el sistema ambiental ocurren tres tipos climáticos a saber, del tipo seco cálido (BS0hw(x')), seco templado (BS1kw(x')) y semiseco cálido (BS1hw(x')). La temperatura media anual es de 21.1°C, y los meses más cálidos ocurren en el período de junio a septiembre, cuando las temperaturas medias se encuentran por arriba de los 25°C; la temperatura media máxima se registra en junio con 42.8°C, mientras que la mínima se registra en enero, con -3.6°C.

La precipitación a nivel región corresponde a lluvias de verano, ya que las cantidades máximas se presentan en los meses de julio a septiembre, período en el que se registra el 64.0 % de la precipitación anual. La precipitación media mensual máxima ocurre en el mes de julio, con 164.7 mm, mientras que la mínima se registrar en abril, con 28 mm.

El área de estudio está fuera de la zona de impacto directo de tormentas tropicales y huracanes. No existen datos disponibles sobre la calidad del aire pero se considera que es buena tomando en cuenta que: (1) la densidad de población en la región es baja; (2) no existen industrias que emitan contaminantes; (3) los caminos de terracería no son abundantes y no permiten desarrollar velocidades para levantar cantidades considerables de polvo. Sin embargo, pudiera haber cierta aportación de polvo al aire por el levantamiento de partículas de zonas desprovistas de vegetación cuando los vientos sean fuertes.

Recurso: Geológico

La parte central del estado de Sonora, donde se ubica el proyecto, se distingue por la complejidad de sus características litológicas, estratigráficas, estructurales y tectónicas. Esta área pertenece a la Subprovincia de Sierras y Valles del Norte de la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Occidental. Esta subprovincia se caracteriza por la alternancia de sierras alargadas separadas por valles paralelos, normalmente con orientación N-S.

En general, en la Subprovincia de Sierras y Valles las sierras varían en altura desde los 300 hasta los 2,600 m.s.n.m. En el área de estudio del sistema ambiental (SA) afloran rocas pertenecientes a unidades litoestratigráficas. De más antigua a más joven, estas unidades informalmente se identifican aquí como: (1) unidad andesítica, (2) unidad riolítica, (3) unidad de gravas, (4) unidad basáltica y (5) depósitos aluviales. En particular para el proyecto, se ubican las unidades aluviales, conglomeradas y riolita-toba ácidas.

En el área del proyecto no se reconocieron evidencias de fallas activas a las que puedan estar relacionados eventos sísmicos y el área está alejada de zonas sísmicas.

Recurso: Suelos

Los suelos del área de estudio corresponden con los materiales geológicos, el clima y la topografía. En general son someros encontrándose sus mayores espesores en lugares donde la topografía propicia la acumulación de material y humedad. Conforme al esquema de clasificación de la FAO/UNESCO-INEGI, en el área de estudio se encuentran diversos suelos primarios, siendo para el proyecto la ocupación de los tipos Feozem y Leptosol.

El área donde se encuentra el sitio en estudio está ubicada en la subregión 9, la cual está definida por una degradación de suelo del orden de 2 a 3 ton/ha/año, considerada como erosión leve. Lo anterior es coincidente con la FAO que indica que, desde el punto de vista edafológico la pérdida de suelo es tolerable o posible de aceptar, sin afectar de manera importante la productividad del mismo, cuando varía de 0.4 a 1.8 ton/ha/año (FAO, 1980, citado por CP. 1991).

De manera general las condiciones que rodean al proyecto presentan porosidad de suelos media a media alta (suelo semicompactado y firme), lo que está dado por la combinación de tipo textural y presencia de altos contenidos de arenas y contenidos rocosos de medianamente bajos a medios, con tamaños variables que van de grava a piedras.

Recurso: Hidrología superficial y subterránea

El área del proyecto se ubica en la Región Hidrológica 9, Sonora Sur, Cuenca D, Río Sonora, y Subcuenca b correspondiente a la porción de la cuenca del Río Sonora-Banámichi localizada aguas arriba de la presa Rodolfo Félix Valdez (El Molinito), misma que se encuentra a más de 100 km aguas abajo de Banámichi. Asimismo, cae dentro de la región hidrológico-administrativa II de la Comisión Nacional del Agua (CNA). La corriente principal de la zona es el río Sonora.

El drenaje del área de estudio está constituido por una red de arroyos efímeros que conforman una red de drenaje con patrón paralelo orientado NE-SW que localmente presenta características de otros patrones, particularmente el dendrítico. En conjunto, la mayoría de las corrientes pertenecen a las cuencas de cuatro arroyos principales: Las Chispas, Babicanora, Cuesta Blanca y La Culebra, los cuales desembocan al río Sonora. Las corrientes en la zona del proyecto son efímeras y conducen agua por muy corto tiempo después de una precipitación suficiente, por lo que no se ha logrado tomar muestras de agua de estos arroyos a la fecha.

A la fecha no se han realizado estudios de caracterización geohidrológica, por lo que se desconoce la existencia de acuíferos de importancia en el área de estudio, así como la posible profundidad y dirección de movimiento del recurso hídrico subterráneo. Sin embargo, la región donde se ubica el proyecto está dentro del acuífero Río Sonora.

Por otro lado, actualmente no existen aprovechamientos de agua subterránea de ningún tipo dentro de la delimitación del área ni tampoco se reconocieron manifestaciones como ojos de agua o manantiales. Con base en las características de campo y la naturaleza misma de los cuerpos de roca presentes en el área de estudio, se definieron las dos unidades hidrogeológicas para el sitio: Material no consolidado con posibilidades medias de ser acuífero (Clave 5) y Material consolidado con posibilidades bajas de ser acuífero (Clave 3).

Recurso: Tipos de vegetación y flora

De acuerdo a la Guía para la Interpretación de Cartografía Uso de Suelo y Vegetación, Serie III y V del INEGI ocurren los tipos de vegetación de matorral subtropical (MST) y bosque de encino (BQ). En el MST del proyecto se caracteriza por un inventario de 40 especies compuestas por 5 árboles, 23 arbustivas, 5 cactáceas y 7 herbáceas. No existen especies enlistadas en la Norma NOM-059-SEMARNAT-2010 para el proyecto.

En el BQ del proyecto, se caracteriza por tener un inventario florístico de 44 especies vasculares terrestres mayormente de porte medio-alto, compuesto por 9 árboles, 32 arbustivas y 3 herbáceas. Son la Familia taxonómica de Fabaceae (leguminosas) de las mejores representadas, seguidas del grupo de cactáceas. No existen especies reguladas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Recurso: Fauna silvestre

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.

A nivel de cuenca se ha registrado hasta un universo de 393 especies de fauna silvestre, representada por 236 aves (dentro de 51 Familias y 19 Orden), 61 reptiles (14 Familias, 2 Orden), 55 mamíferos (en 17 Familias y 6 Orden), 26 peces (en 9 Familias y 6 Orden) y 15 anfibios (dentro de 7 Familias y 2 Orden). Los valores en el sistema ambiental (SA) registran un inventario de 40 especies (21 aves, 12 mamíferos, 5 reptiles y 2 anfibios) contabilizando una abundancia de 43 organismos/ha. De las especies inventariadas de fauna silvestre, sólo una especie de anfibio se encontró en el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Recurso: Paisaje

El sitio del proyecto 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 y sus servicios, 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.

En consecuencia la calidad de la unidad de paisaje es alta. Si bien el proyecto se encuentra en una zona montañosa con cobertura mayormente de matorral subtropical, se tiene que no existen en el área singularidades paisajísticas o elementos naturales de carácter sobresaliente que permitan categorizarla en forma especial.

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. 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.

Recurso: Aspectos socioeconómicos

La población total del Municipio Arizpe es de 3,037 personas, de cuales 1523 son masculinos y 1436 femeninas. La población total del municipio en 2010 fue de 3,037 personas, lo cual representó el 0.1% de la población en el estado. En el mismo año había en el municipio 933 hogares (0.1% del total de hogares en la entidad), de los cuales 220 estaban encabezados por jefas de familia (0.1% del total de la entidad). El tamaño promedio de los hogares en el municipio fue de 3.3 integrantes, mientras que en el estado el tamaño promedio fue de 3.7 integrantes. La población de Arizpe divide en 971 menores de edad y 1988 adultos, de cuales 523 tienen más de 60 años.

En Arizpe hay un total de 882 hogares. De estas 883 viviendas, 60 tienen piso de tierra y unos 31 consisten de una habitación solo. 813 de todas las viviendas tienen instalaciones sanitarias, 772 son conectadas al servicio público, 820 tienen acceso a la luz eléctrica. La estructura económica permite a 93 viviendas tener una computadora, a 580 tener una lavadora y 758 tienen televisión. El grado promedio de escolaridad de la población de 15 años o más en el municipio era en 2010 de 7.4, frente al grado promedio de escolaridad de 9.4 en la entidad. En 2010, el municipio contaba con siete escuelas preescolares (0.4% del total estatal), seis primarias (0.3% del total) y cuatro secundarias (0.6%). Además, el municipio no contaba con ningún bachillerato y ninguna escuela de formación para el trabajo. El municipio no contaba con ninguna primaria indígena. Las unidades médicas en el municipio eran cinco (1% del total de unidades médicas del estado). El personal médico era de siete personas (0.1% del total de médicos en la entidad) y la razón de médicos por unidad médica era de 1.4, frente a la razón de 11 en todo el estado.

VII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto.

Recurso: 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 construcción, en primera instancia durante la instalación de los pozos de ventilación, extracción de bancos de material y línea de acueducto, aunque 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 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 el equipo constructivo, 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 durante el tráfico de vehículos dentro y alrededor de las obras.

Recurso: Geológico

El arreglo geológico se verá afectado principalmente por las actividades de nivelación, modificando los factores de estructura y profundidad y estabilidad del mismo.

Por la naturaleza de las obras, 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, pero son muy locales.

Por el contrario, los impactos positivos más relevantes de la ejecución del proyecto 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.

Recurso: Suelos

El suelo será el indicador ambiental que más se verá afectado negativamente por el desarrollo de la obra, la principal afectación será en el uso como de agostadero a minero, cuando sea necesario, previo cambio de uso del suelo del polígono que se requiera de acuerdo al avance del proyecto.

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, así como la reforestación aunque ésta última acción ocurrirá mayormente a largo plazo. 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 y erosión que se construirán durante la operación.

Recurso: Hidrología superficial y subterránea

Los impactos adversos se darán mayormente en el patrón de drenaje, variación de flujo y calidad principalmente por el desmonte en los sitios naturales, los cortes, rellenos y compactación, durante la etapa de preparación del sitio y construcción.

Para el agua superficial los impactos adversos importantes son en el drenaje y estará ocasionado principalmente por la construcción del vado durante la etapa de preparación del sitio y construcción.

Recurso: 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 de acuerdo al avance de obra de cada polígono. 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. 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 en los sitios aún naturales, 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.

Recurso: Fauna silvestre

Se consideraron los grupos taxonómicos de vertebrados que pudieran sufrir impactos adversos o benéficos por las acciones que implica este proyecto. Se considera que todos los grupos se verán afectados por los desmontes y despalmes en la pérdida de hábitat local. Algo que se espera sea beneficios para la fauna es el rescate y reubicación de las especies protegidas.

Recurso: 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, aunque todos estos impactos podrían ser parcialmente reversibles 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, el proyecto no presenta un factor significativo para el paisaje, debido a que existe compatibilidad con los usos vecinos. Respecto a calidad paisajística, no existen en el área singularidades o elementos naturales de carácter sobresaliente que permitan categorizarla en forma especial.

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.

Recurso: Aspectos socioeconómicos

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 cuanto a los servicios e infraestructura, las acciones que impactarán será la misma vialidad. 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.

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.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación**Recurso: Atmósfera**

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 los cuales tendrán efectos a corto plazo.

Durante la preparación del sitio, en todos los casos se procurará remover el suelo de manera ordenada y cuidadosa, para evitar desprendimientos de partículas que puedan incorporarse a la atmósfera. Cuando se presenten vientos cuya intensidad y dirección ocasionen tolvánicas y en general produzcan la remoción y dispersión de polvos, se tomará como prioridad la suspensión de los trabajos de preparación del terreno, y sólo se reanudarán, hasta que este tipo de condición meteorológica se haya normalizado.

El avance de los vehículos automotores (maquinaria y camionetas de carga) será de velocidad baja a moderada, para minimizar el desprendimiento de partículas. La actividad de nivelación y compactación del terreno reducirá el flujo de polvos hacia el ambiente, ya que el uso de agua, junto con el apisonamiento del terreno favorecerá el endurecimiento del suelo.

Durante las actividades de preparación del terreno, la maquinaria sólo operará un máximo de 10 horas diarias y en el período diurno comprendido de las 8:00 a.m. a las 7:00 p.m. para evitar efectos mayores en los alrededores. Así, las prácticas o maniobras innecesarias relacionadas con la operación de la maquinaria y vehículos pick-up que produzcan emisiones sonoras de considerable magnitud serán evitadas en sumo grado. Se recomienda que los operadores de la maquinaria porten tapones acústicos durante los trabajos.

Recurso: Geológico

El arreglo geológico se verá afectado principalmente por las actividades de nivelación, modificando los factores de estructura y profundidad y estabilidad del mismo en. Por la naturaleza de las obras, 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 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.

El material obtenido de cortes, y excavaciones, será utilizado como material de relleno de diversas obras, como terracerías y nivelación. Esta medida disminuirá notablemente los requerimientos de material de bancos.

Se establece que la ubicación de los bancos de tiro, sean utilizadas áreas que de alguna u otra forma exista un grado de perturbación o que ya se le hubiese utilizado con el mismo fin (autorizadas por el municipio), evitando la apertura de nuevos sitios.

Recurso: Suelos

En la preparación del sitio, se harán revisiones periódicas a la maquinaria y a las camionetas de carga, para detectar a tiempo indicios de derrames de aceites que puedan ocasionar la contaminación del suelo. La afinación (cambio de aceite, filtro y bujías) de la maquinaria y de las camionetas de carga, se llevará a cabo en talleres de la ciudad, para evitar la contaminación del lugar.

En todos los casos, el suministro del combustible hacia la maquinaria se realizará en la estación de servicio más próxima al sitio del proyecto, a fin de prevenir la contaminación del suelo en el terreno proyectado. Los residuos sólidos no peligrosos que genere el personal de campo se depositarán en cajas de cartón o bolsas de plástico, para después trasladarlos al basurero municipal.

La medida de mitigación adoptada para contrarrestar los impactos sobre el suelo, es que en la etapa de acondicionamiento y operación, se prevén y realicen acciones que mitiguen los efectos erosivos del suelo (áreas verdes y señalización). El material obtenido de cortes, y excavaciones, será utilizado como material de relleno de diversas obras, como terracerías y nivelación.

Esta medida disminuirá notablemente los requerimientos de material de bancos. Se establece que la ubicación de los bancos de tiro, sean utilizadas áreas que de alguna u otra forma exista un grado de perturbación o que ya se le hubiese utilizado con el mismo fin (autorizadas por el municipio), evitando la apertura de nuevos sitios. Los residuos sólidos que lleguen a resultar se dispondrán en el lugar y forma que especifiquen las autoridades municipales.

Durante la etapa constructiva, los residuos sólidos que genere el personal de campo se depositarán en cajas de cartón o bolsas de plástico, para después trasladarlos al basurero municipal. Se harán revisiones periódicas a la maquinaria y a las camionetas de carga, y equipo, para detectar a tiempo indicios de derrames de aceites que puedan ocasionar la contaminación del suelo. La afinación (cambio de aceite, filtro y bujías) de la maquinaria y de las camionetas de carga, y equipo, se llevará a cabo en los talleres de la ciudad, para evitar la contaminación del lugar.

En todos los casos, el suministro del combustible hacia la maquinaria se realizará en la estación de servicio más próxima al sitio del proyecto, a fin de prevenir la contaminación del suelo en el terreno proyectado. Durante la aplicación de combustibles a equipo menor en el sitio del proyecto, se utilizará una conexión (manguera, embudo), que permita un flujo adecuado del combustible desde el recipiente de almacenamiento hasta el depósito del equipo, tratando de minimizar los derrames. Los depósitos tendrán tapas o tapones, que permitan un cierre hermético, a fin de evitar un derrame durante el manejo y abastecimiento del combustible. Relacionado con la medida anterior, en el espacio o lugar específico donde se realice el suministro de combustible hacia el equipo menor, se colocará una base que impida el contacto del combustible con el suelo, para en caso de posibles derrames accidentales.

Los residuos sólidos que se generen como padecería de cartón, concreto, madera, estructuras metálicas, varilla, alambre, cajas de cartón, etc., serán reutilizados por los trabajadores y el resto se llevará al basurero municipal. Finalmente, los residuos sólidos que contengan restos de materiales peligrosos (envases de pinturas y solventes), se remitirán al servicio de una empresa particular especializada y autorizada.

Recurso: Hidrología superficial y subterránea

La cantidad de agua a utilizar para la preparación del terreno, será la estrictamente necesaria. Se vigilará que los depósitos o tanques de las pipas o camiones cisterna no posean orificios que originen fugas de agua durante el transporte de la misma.

Así mismo, el proyecto deberá apegarse a las demandas reales de agua para el diseño de tuberías de diámetros aceptables, en coordinación con el organismo operador del servicio. No se deberá descargar aguas residuales que excedan los límites previstos por la NOM-001-SEMARNAT-1996 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes de las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Para el diseño del sistema de drenaje se deberá tomar las cotas de escurrimiento superficial natural del terreno del proyecto. Resulta recomendable tomar las precauciones necesarias en el reforzamiento de la red de drenaje aguas abajo del área a construir.

Recurso: Tipos de vegetación y flora

En la etapa de preparación del sitio y construcción, aunque la reducción de la vegetación en éste caso no es de consideración. Cabe hacer la aclaración que el impacto sucederá en la etapa de preparación del sitio, pero la medida será aplicada durante la etapa de construcción.

La vegetación será afectada en la etapa de preparación y construcción de la obra, puesto que se llevan a cabo desmontes que afectan a la vegetación nativa establecida. Como medida de mitigación a tales problemas se realizará dichos desmontes restringiéndose a las áreas estrictamente necesarias. De igual manera, previo al desmonte algunos ejemplares serán trasplantados ya que representan especies con alto valor estético.

Recurso: Fauna silvestre

Para todas las etapas del proyecto, el personal de campo se abstendrá de capturar o cazar este tipo de animales silvestres por lo que el supervisor de la obra vigilará en todo momento que ésta medida sea considerada por los trabajadores.

Recurso: Paisaje

Durante la preparación del sitio y construcción, 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. Una vez terminados los trabajos se procederá a estabilizar las áreas que no serán usadas para construcción de otras obras; rehabilitando el sitio y reforestando con especies nativas, hasta donde sea posible, toda la zona afectada.

Recurso: Aspectos socioeconómicos

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 suministro de servicio, 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.

En la preparación del sitio, el personal de campo portará el equipo de trabajo y protección (cascos, guantes, lentes, botas o zapatos de campo). El supervisor de los trabajos verificará que el personal de obra no incurra en prácticas que por descuido o negligencia pueda ocasionar un accidente. De igual manera en la construcción, el supervisor de los trabajos verificará que los trabajadores no incurran en prácticas que por descuido o negligencia puedan ocasionar un accidente. Se evitarán las condiciones antihigiénicas y proliferación de enfermedades y se dispondrán sanitarios fijos y agua suficiente para el lavado de manos y alimentos, por parte del personal de la obra. Aunado a lo anterior, se tendrá control de la basura que sea producida y ésta en ningún caso se mantendrá por largo tiempo en el sitio proyectado.

VII.4. Pronóstico ambiental.

La aplicación de las relaciones estructurales, especialmente de causa-efecto que se establecen entre los factores ambientales suponiendo la existencia de situaciones análogas, debe basarse invariablemente en una similitud de condiciones, con la circunstancia de que, complementada con suposiciones adecuadas e investigaciones suplementarias en el terreno, éste puede ser el mejor medio de pronosticar el impacto.

La función de pronóstico define la intensidad de los impactos en el medio ambiente, resultante de la gama de alternativas que se considere en el estudio (de localización, de opciones de las características de las obras, etc), facilita el análisis de los proyectos alternativos en términos de la magnitud y la localización de los lugares en donde pueden ocurrir los impactos.

La precisión y la confiabilidad de la respuesta del impacto ambiental pronosticado, son problemas que deben recibir especial atención, particularmente lo relativo a los análisis estadísticos que se realizan para confirmar los valores que se realizan para confirmar los valores pronosticados y la estimación de la probabilidad de que el impacto ocurra.

Durante el proceso de construcción se verán flujos que afectan al medio y a las poblaciones del área. El medio se verá afectado por desmontes, contaminación por polvos, entre otros, además cuando el proyecto esté terminado será una barrera para especies de fauna que no podrán cruzar libremente sin riesgo de ser atropelladas, y habrá desechos sólidos que se acumulen a sus lados.

Las alteraciones que se observen al principiar las operaciones, podrán influir en la planeación de las siguientes etapas de construcción si se realiza una retroalimentación efectiva. Por otro lado, del medio se extraerán materiales para la construcción, como grava y arena.

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, a la par se implementará un programa de reducción y reciclado de residuos. 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 reforzará con un programa de monitoreo.

En la siguiente tabla se muestran las acciones de monitoreo propuestas para el proyecto, señaladas desde el Capítulo VI:

Tabla VII.1. Monitoreo de recursos físicos y biológicos

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	CE-CCA-001/89	Sitios de muestreo de agua superficial, aguas abajo del proyecto
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, cuando se requiera, previo a establecer planes de manejo de residuos
Ruido ambiental	Decibeles	NOM-081-SEMARNAT-1994	Proyectar el monitoreo para establecer 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.
Registro de rescate de especies de flora y producción de plantas	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	Se recomienda periodicidad semestral durante la construcción
Observaciones del estado de la fauna silvestre	Observaciones de ausencia/presencia de fauna (aves, mamíferos, etc.).	Información que soportará los programas de restauración	Se recomienda periodicidad semestral durante la construcción

VII.5. Evaluación de alternativas

No existe evaluación de alternativas. Las características que se tomaron en cuenta para la selección del sitio del proyecto son las siguientes:

Para la continuidad de la actividad minera, se requiere la Ampliación 2 de Mina Las Chispas en obras, actividades y superficie, encaminada a la eficientización de la actual mina Las chispas, basado en la ingeniería de detalle, que determinó las directrices de operación eficiente para la persistencia de la mina en sitio.

Para ello, se contempla la ocupación de envolvente de obras y servicios de salvaguarda minero hasta llegar a las 1,414.7219 ha para la ocupación de obras de complemento a Mina Las Chispas, estando actualmente en ocupación operativa 181.7341 ha. Es decir, se trata de un polígono envolvente para obras y servicios mineros por 1,232.9878 adicionales para las áreas de servicio apropiadas para la operación segura del proyecto que se incorpora a Las Chispas.

El proyecto se ubica en el municipio de Arizpe, en la localidad rural de Babicanora, en un sistema ambiental delimitado en 123.62 km², dentro de 3 propiedades a favor del promovente, con una ocupación de 1,414.7219 ha, en su totalidad dentro de ecosistema árido y semiárido con vegetación de matorral subtropical (MST), así como ecosistema templado con bosque de encino (BQ).

Las Chispas es un área minera prolífera que está inmersa en la región de otras minas productoras de metales preciosos como Santa Elena (de First Majestic) y Mercedes (de Premier Gold).

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. 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.

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 el proyecto minera se diseñan lo más compacto y cercano posible al yacimiento para disminuir distancias de acarreo y perturbar la menor superficie posible, aprovechando zonas sin cubierta vegetal, que de acuerdo a la colindancia, es de matorral subtropical.

Los terrenos que presenten cobertura natural que sean requeridos para la ejecución de obras y servicios, serán solicitados a través del estudio técnico justificativo en materia de cambio de uso del suelo en terrenos forestales (CUSTF). 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 y las cualidades del sitio donde se pretenden las obras mineras.

VII.6 Conclusiones

El proyecto se enmarca en el Sector Primario, dentro del subsector Minería, en la explotación de minerales metálicos, donde se contempla que en la continuidad de la actividad minera, se requiere la Ampliación 2 de Mina Las Chispas en ocupación de envolvente, obras y servicios de salvaguarda minero, encaminada a la eficientización de la actual mina Las chispas, basado en la ingeniería de detalle, que determinó las directrices de operación eficiente para la persistencia de la mina en sitio.

El desarrollo del proyecto, constituye una derrama económica que viene a sumarse al impulso que actualmente está teniendo el desarrollo económico de esa región serrana, en particular con el crecimiento de mina Las Chispas.

El inventario del sistema ambiental se desarrolla con base en los apartados descritos en otras partes de este documento para el proyecto, 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, no encontrando limitantes para el desarrollo del proyecto planteado en el presente estudio.

El proyecto será un incentivo para la economía local, ya que requerirá de diferente tipo de mano de obra y de materiales, con lo que promoverá el flujo de capital entre los diferentes establecimientos mercantiles, de productos y de servicios regionales.

Asimismo, el promovente posee la suficiente capacidad técnica y administrativa para emprender una obra de ésta naturaleza, por lo que los riesgos hacia el adecuado desarrollo del proyecto se minimizan enormemente.

Por otra parte, el proyecto no se contrapone a las políticas de los planes de desarrollo, sin todo lo contrario, está diseñado de acuerdo a lo contemplado por éste instrumento de regulación, tampoco tiene restricciones en cuanto a uso de suelo se refiere.

Por lo anteriormente descrito, también la sustentabilidad social del Proyecto, se justifica ampliamente, ya que con la generación de empleos y economía generados por la construcción del proyecto.

La importancia biótica del sitio se prevé no sea altamente modificada por el proyecto, debido a la limitada área de impacto y a las características del proyecto, con respecto a la capacidad de utilización de hábitat y movilización de la fauna del área de estudio, se considera bajo el impacto sobre el área de ocupación.

Se considera que las obras del proyecto no significaran un cambio significativo en la captura de carbono dada la ineficiencia de la mayoría de los organismos presentes para tal fin, además de la captura del polvo del medio ambiente u otros contaminantes

Después de analizar los resultados y sobre la base de las medidas de prevención, mitigación y compensación que se implementarán, se concluye que en materia de impacto ambiental el proyecto es viable y positivo; también lo es desde el punto de vista socioeconómico, ya que contribuirá al progreso de la región y del estado.

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, 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 al proyecto.

El desarrollo del proyecto 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.

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

Con base en el análisis de los instrumentos jurídicos en materia ambiental, los planes, programas, leyes y reglamentos, así como Normas Oficiales Mexicanas aplicables al Proyecto, se ajusta a todos y cada uno de los ordenamientos mencionados; la preparación del sitio y construcción, no se contrapone a las disposiciones jurídicas que se citan, ni mucho menos a las disposiciones de uso de suelo decretadas por el estado de Sonora y del municipio de Arizpe; por lo que se considera que la realización del proyecto es viable.

CONTENIDO

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	1
VIII.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN	1
<i>VIII.1.1 Cartografía.....</i>	<i>1</i>
<i>VIII.1.2 Fotografías.....</i>	<i>1</i>
<i>VIII.1.3 Videos</i>	<i>1</i>
VIII.2 OTROS ANEXOS.....	1
VIII.3 GLOSARIO DE TÉRMINOS	1

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII.1 Presentación de la información

VIII.1.1 Cartografía.

Se desarrollan en el cuerpo del documento

VIII.1.2 Fotografías

Se desarrollan en el cuerpo del documento

VIII.1.3 Videos

No se contempla

VIII.2 Otros anexos

Se presentan en el índice de este documento.

En cada uno de los apartados de la descripción del sistema ambiental se presentan los inventarios de flora vascular y fauna vertebrada.

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.

CONTENIDO

IX. BIBLIOGRAFIA	1
------------------------	---

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.
- 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.
- 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.
- 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.

- COTECOCA, 1974. Flora del Estado de Sonora. COTECOCA, Sonora
- Diario Oficial de la Federación. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. México, Diciembre de 2010. (Primera Sección).
- 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.
- Grossenheider R. P. And Burt W., 1976. Mammals Peterson Field Guides, 3th. ed., Houghton Mifflin Co.
- 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.
- Müller-Dumbois & Ellenberg, 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology, John Wiley and Sons, Nueva York, USA.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa, México, D.F.
- Whitaker, J.O. 1980. The Audubon Society Field Guide to North American Mammals, 742 pp.