



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

V. **Firma la Jefa de la Unidad Jurídica:**

LIC. DULCE MARÍA VILLARREAL LACARRA.

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

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

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

RESUMEN EJECUTIVO

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Modalidad Particular del Proyecto "ESDE II" ubicado en el municipio de Cananea, Sonora.



RESUMEN EJECUTIVO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

I.1. Nombre del Proyecto

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular del Proyecto “**ESDE II**” ubicado en el municipio de Cananea, Sonora, y que es promovido por la empresa Buenavista del Cobre, S.A. de C.V. Corresponde a un proyecto que permite la recuperación del cobre de soluciones acuosas por el método de extracción por solventes y depositación electrolítica (ESDE) a partir de soluciones ácidas con sulfato de cobre, recuperadas de la lixiviación de minerales de cobre en terreros que opera Buenavista del Cobre en sus instalaciones.

I.2. Ubicación del Proyecto

El Proyecto ubicado en el municipio de Cananea, estado de Sonora, se localiza en la región Noroeste del país, en una zona cuya altura promedio asciende a los 1,920 m s.n.m. El estado de Sonora se encuentra en las coordenadas geográficas Latitud Norte 30°50'26.58” - 32°43'14.32” y Longitud Oeste 108°20'115.3” y 86°42'118.22”. Este estado limita al Norte con los Estados Unidos de Norteamérica, al Oeste con el mar de Cortés y el estado de Baja California, al Sur con el estado de Sinaloa y al Este con el estado de Chihuahua.

I.3. Naturaleza del Proyecto

El proyecto consiste en la operación de dos áreas que albergan al edificio de extracción por solventes y al edificio de depositación electrolítica, así como obras asociadas a estos procesos que permiten la extracción y recuperación del cobre a partir de soluciones acuosas para la producción de cobre catódico, aprovechando la infraestructura inicialmente instalada y aquella que fue objeto de la autorización mediante el oficio D.O.O.DGOEIA.-003136 de fecha de 13 de junio de 2000.

El acceso al sitio, partiendo de la ciudad de Hermosillo, capital del estado de Sonora, se toma a través de la Carretera Federal 15 dirección Hermosillo-Santa Ana, continuar por Santa Ana-Magdalena de Kino por aproximadamente 15 km, seguir por Magdalena de Kino-Imuris hasta tomar la Carretera Federal 2, Imuris-Cananea, por 81 km aproximadamente. Una vez en Cananea, se debe dirigir hacia las instalaciones del complejo minero-metalúrgico de Buenavista del Cobre. El acceso al sitio del Proyecto será a partir caminos internos en operación de la Promovente.

La superficie que comprende la presente solicitud de autorización en materia de impacto ambiental para el Proyecto “ESDE II” (22.98 ha), no incluye la afectación de

cobertura forestal y por tanto, tampoco representará un trámite de cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF), ya que este CUSTF fue ejecutado en tiempos históricos dado que la planta inicio operaciones en 1989, por lo que la cuantificación en esta superficie no se realizó cuantificando afectación de superficie de vegetación forestal.

En cumplimiento con los artículos 28 y 30 de la LGEEPA, el Promovente presenta la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, con el propósito de cumplir la legislación aplicable e identificar los impactos que se presenten durante el desarrollo de esta actividad, con la finalidad de establecer las medidas de mitigación necesarias para el desarrollo sustentable del Proyecto.

I.4. Selección del sitio

La selección del sitio se basó considerando principalmente criterios: ambientales, técnicos y socioeconómicos, destacando la ubicación de áreas operativas ya instaladas y proyectadas y cercanas a los Parques industriales y zonas urbanizadas y que cuenten además de fáciles vías de comunicación, entre ellas carreteras y un desarrollo ferroviario en operación. La ubicación del sitio del Proyecto presenta ventajas técnicas y sociales, entre las que destacan la cercanía con la mancha urbana de la cabecera municipal de Villa de Reyes y de la capital del estado de San Luis Potosí. Además de que el sitio cumple con las condiciones de evaluación y autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de uso de suelo de terrenos forestales por parte de las Autoridades.

I.5. Etapas y actividades del Proyecto

Se pretende que las actividades operativas se llevaran a cabo del año 1 al año 40 y el resto (5 años) será requerido para la etapa de abandono del mismo. Por lo que se concluye que la vida útil del proyecto se considera de 45 años (Cuadro 1).

Cuadro 1. Cronograma de actividades involucradas en cada etapa del Proyecto "ESDE II", ubicado en el municipio de Cananea, estado de Sonora.

Etapa	Obras y Actividades	Años	
		1 a 40	41-45
Operación- mantenimiento	Oficinas		
	Estacionamiento		
	Subestación Eléctrica y Transformadores		
	Laboratorio		
	Taller de mantenimiento		
	Almacén de aceites		
	Sumideros (1 y 2)		
	Áreas de descarga (Diesel y H2SO4)		
	Área de planta piloto		
	Tanques de almacenamiento de agua para servicios y proceso		
Tanque para red contra incendios			

Cuadro 1. Cronograma de actividades involucradas en cada etapa del Proyecto "ESDE II", ubicado en el municipio de Cananea, estado de Sonora.

Etapa	Obras y Actividades		Años		
			1 a 40	41-45	
Edificio	Extracción por solventes	Extracción de la solución de cobre (producto de lixiviación) con solución orgánica (keroseno y andoxina) en trenes de descarga.			
		Recuperación y almacenamiento de orgánico en asentadores (Trenes)			
		Despoje del cobre por una solución de Ácido Sulfúrico (H ₂ SO ₄).			
	Deposición Electrolytica	Bombeo y transporte del electrolito rico a electrodeposición			
		Deposición de cobre metálico en los cátodos.			
		Lavado de cátodos con agua caliente para enviar la solución residual de sulfato de cobre a recirculación y limpieza de ánodos para recuperación de PbO.			
		Desforradora automática para almacenamiento y embarque de cobre catódico			
		Producción, almacenamiento y embarque de lodos anódicos			
	Abandono del sitio	Desmantelamiento de obras permanentes y equipo			
		Retiro de maquinaria y equipos.			
Limpieza del sitio.					
Restauración y reforestación.					

I.6. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

A partir de la regionalización ecológica propuesta en el POEGT, se diferenciaron 145 **Unidades Ambientales Biofísicas** (UAB), de las cuales el sitio del Proyecto aquí evaluado, está inmerso en la Región Ecológica 12.30 particularmente en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 09, denominada “Sierras y Valles del Norte”, con una extensión de 42,685.87 km². Se caracteriza actualmente por presentar un Escenario Contextual de estado del Medio Ambiente como medianamente estable, con conflicto sectorial bajo; no presenta superficie de Áreas Naturales Protegidas (ANPs); presenta media degradación de los suelos y baja degradación de la vegetación, así como muy alta degradación por desertificación. La modificación antropogénica es 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. 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.

I.7. Planes Municipales de Desarrollo y de Desarrollo Urbano

El Plan Estatal de Desarrollo 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: 1) Eje Estratégico 1. Sonora en Paz y Tranquilidad; “Gobierno garante del estado de derecho, la seguridad y la paz social, 2) Ejes Estratégico 2. Sonora y Ciudades con calidad de vida, “Gobierno generador de la infraestructura para la calidad de vida y competitividad sostenible y sustentable”, 3) Ejes Estratégico 3. Economía y futuro; “Gobierno impulsor de las potencialidades regionales y sectores emergentes”, 4) Ejes Estratégico 4. Todos los sonorenses todas las oportunidades; “Gobierno promotor del desarrollo y equilibrio social” y 5) Ejes Transversales. i) Eje Transversal I. “Gobierno eficiente, innovador, transparente y con sensibilidad social”, ii) Eje Transversal II. “Gobierno promotor de los derechos humanos y la igualdad del género.

La vinculación del Proyecto con este Plan Estatal de Desarrollo es que pretende ser un detonador del crecimiento económico de la región, mejorando la calidad de vida de los trabajadores, al contar con una unidad minera que trabaja de manera ordenada con la infraestructura adecuada de alto nivel y a su vez generará fuentes de empleo y riqueza en la zona, así como la implementación de programas de vigilancia que aseguren el adecuado cumplimiento con la normatividad vigente y por lo tanto el cuidado a la salud y el medio ambiente.

I.8. Regiones prioritarias de la CONABIO

Cercana al área del Proyecto se identificaron dos Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP): [i] la Región Hidrológica Prioritaria RHP 12 Subcuenca del Río Asunción; y [ii] la Región Hidrológica Prioritaria RHP 13 Subcuencas del Río San Pedro y Río Santa Cruz. Sin embargo, el polígono del Proyecto no tiene influencia en ninguna de estas dos RHP.

En el estado de Sonora se distribuyen diecinueve RTPs, de las cuales el sitio del Proyecto, se encuentra inmerso en la RTP 41 Cananea–San Pedro, abarcando una extensión de 3,325 km² (valor para la conservación 3, mayor a 1,000 km²), de los municipios de Arizpe, Bacoachi, Cananea, Naco y Santa Cruz. Sus coordenadas extremas son: Latitud N: 30°37'12" a 31°19'48"; Longitud W: 109°48'36" a 110°37'12". Cabe señalar que el Proyecto no afectará a la RTP 41, sin embargo se tomó a consideración el desglose de su ficha técnica así como su problemática, integrándose en el análisis y evaluación del presente Proyecto.

El AICA No. 126 se localiza totalmente en el estado de Sonora, cubriendo una superficie de 2'289,950.48 ha, lo que representa el 12.76% de la superficie total del Estado. Sin embargo las características de la AICA No. 126 y con relación a lo observado dentro del sitio del Proyecto se tomaron a consideración para el análisis y evaluación realizados el presente estudio.

Tomando en cuenta la importancia a de las estrategias de conservación para la biodiversidad a nivel nacional, con la finalidad de cumplir con las metas de conservación establecidas para los distintos elementos de la biodiversidad seleccionados para el estudio de "Vacíos y Omisiones en Conservación" se llevó a cabo la sobreposición de los Sitios Prioritarios Terrestres en relación al sitio del Proyecto el cual no se encuentra dentro de algún SPT.

De las ANP con Decreto Federal para el Estado de Sonora, solo una es la que se encuentra más cercana al sitio del Proyecto (19 km aproximadamente) corresponde a la Reserva Forestal Nacional Sierra Los Ajos-Buenos Aires y La Púrica, la cual es una ANP de categoría de Protección de los Recursos Naturales decretada el 30 de junio de 1936, que se ubica en las coordenadas geográficas 30°16'16" a 31°06'48" Latitud Norte y 109°39'47" a 110°03'47" de Longitud Oeste, cubriendo las Sierras de "Los Ajos", "Buenos Aires" y "Púrica" con una extensión de terrenos con una superficie de 21,494 ha, quedando con base al Artículo Segundo de dicho decreto bajo la jurisdicción y administración del Departamento Forestal y de Caza y Pesca para los fines de la conservación y ordenada explotación de los elementos forestales y de fauna silvestre.

El sitio del Proyecto, no se encuentra dentro de algún Área Natural Protegida decretada, federal, estatal, ni municipal, por lo que la ejecución y puesta en marcha de este Proyecto, no afectará ningún Área Natural Protegida.

I.9. Normas Oficiales Mexicanas

El Proyecto se apegará a las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento; así como a la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

En el **Cuadro 2** se presenta la vinculación de las NOM con las actividades operativas del Proyecto ESDE II.

Cuadro 2. Vinculación de las Leyes, Normas, Bando de Policía y Gobierno, entre otros Instrumentos, con el Proyecto denominado “ESDE II”, ubicado en el municipio de Cananea, Sonora.

Política derivada de los instrumentos normativos (leyes-reglamentos)	Vinculación con Buenavista del Cobre, S.A. de C.V.	Vinculación con el Proyecto
<p>La empresa Buenavista del Cobre, ha dado cumplimiento a las disposiciones federales, estatales y municipales, en materia de legislación ambiental, normatividad y las disposiciones del Bando de Policía y Gobierno de Cananea, en la misma materia.</p>	<p>El beneficio de minerales de cobre en Cananea se ha ajustado a los lineamientos en materia ambiental, tanto federales, como municipales y estatales. Se hacen los monitoreos solicitados, así como los estudios ambientales que se han requerido, muestra de ello es la presente Manifestación de Impacto Ambiental. La empresa ha dado cumplimiento a las Normas Oficiales Mexicanas en materia de aire, agua, suelo y manejo de residuos, en especial de los peligrosos.</p>	<p>El Proyecto se encuentra acorde con la política ambiental en los tres niveles de Gobierno. El Proyecto dará seguimiento y cumplimiento de la legislación en materia ambiental para el control de la contaminación, así como de la normatividad que le aplique, en agua, aire, ruido, suelo, manejo de residuos peligrosos, y aunque para este proyecto no se afecta superficie forestal siempre se mantiene atento al cuidado de la flora y fauna silvestres presentes en los alrededores del sitio del Proyecto.</p>
AIRE: Emisiones a la Atmósfera		
<p>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.</p>	<p>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.</p>	<p>Se contará con el documento que demuestre que los vehículos que serán utilizados reciben 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; la supervisión ambiental será la responsable de verificar lo anterior.</p>
<p>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</p>	<p>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.</p>	<p>Se contará con el documento que demuestre que los vehículos que serán utilizados reciben el mantenimiento de afinación de motores correspondiente que garantice que los sistemas de</p>

Cuadro 2. Vinculación de las Leyes, Normas, Bando de Policía y Gobierno, entre otros Instrumentos, con el Proyecto denominado “ESDE II”, ubicado en el municipio de Cananea, Sonora.

Política derivada de los instrumentos normativos (leyes-reglamentos)	Vinculación con Buenavista del Cobre, S.A. de C.V.	Vinculación con el Proyecto
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.		combustión funcionan adecuadamente y cumplen los límites fijados en la NOM indicada; la supervisión ambiental será la responsable de verificar lo anterior.
<p>NOM-045-SEMARNAT-1996.</p> <p>Establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible.</p>	<p>Los camiones que serán utilizados en el Proyecto, se encontrarán en condiciones mecánicas adecuadas y óptimas que den cumplimiento con lo establecido por esta NOM.</p>	<p>Los vehículos que serán utilizados deberán contar con el documento que demuestre que reciben el mantenimiento, la afinación de motor correspondiente, que garantice que los sistemas de combustión funcionan adecuadamente y cumplen los límites fijados en la norma ambiental indicada. La maquinaria pesada empleada queda exenta de esta NOM.</p>
SUELO		
<p>NOM-138-SEMARNAT/SS-2003.</p> <p>Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.</p>	<p>Buenavista del Cobre establecerá los instrumentos para atender las disposiciones de la NOM en tiempo y forma, durante cada etapa del Proyecto y como parte del programa de abandono y cierre del sitio.</p>	<p>Durante la operación, se establecerán programas de mantenimiento y supervisión en los vehículos para evitar derrames de hidrocarburos en suelo, manejo adecuado de sustancias y residuos peligrosos y al correcta operación de todas las áreas que conforman la planta ESDE II.</p>
En materia de RUIDO AMBIENTAL		
<p>NOM-080-SEMARNAT-1994.</p> <p>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.</p>	<p>Buenavista del Cobre deberá contar de manera ineludible con los documentos y dictámenes técnicos que comprueben que los vehículos que serán utilizados, funcionan adecuadamente, dentro de los límites sonoros fijados en la Norma ambiental indicada.</p>	<p>Los vehículos utilizados en el Proyecto deberán cumplir con los requisitos mínimos de seguridad ambiental.</p>

I.10. Descripción, análisis, y diagnóstico del Sistema Ambiental del sitio donde se establecerá el Proyecto

Los componentes y subcomponentes evaluados para la delimitación del Sistema Ambiental como parte de la caracterización ambiental del sitio del Proyecto, se tomó atribuyendo a cada componente y subcomponente un porcentaje en superficie de correspondencia en el Sistema Ambiental. Para esto, ha sido importante definir en primera instancia al Sistema Ambiental dentro del cual está inmerso el sitio del Proyecto. Utilizando los registros en campo como la consulta de las colecciones biológicas en instituciones de educación superior para determinar las muestras, así como entrevistas a los habitantes de las localidades cercanas.

El SA comprende una superficie total de 12,461.1794 ha, totalmente ubicado dentro del municipio de Cananea, estado de Sonora. Esta zona se encuentra delimitada por los siguientes rasgos geomorfológicos:

Al Norte.- El límite Norte del SA está conformado por los límites de la Cuenca Hidrológica R. Sonora, Subcuenca Hidrológica R. Sonora – Arizpe, así como por elementos hidrográficos como el Barrilito, topográficos como El Mirador y Ladrillera, con variaciones en las cotas latitudinales 1,400 a los 1,850 m s.n.m.

Al Sureste.- Este límite está conformado por diferentes altitudes de 1,400 a 1,680 m s.n.m., así como elevaciones con toponímicos como El Mosco, El Cuatro y El Santo Domingo.

Al Sur.- Este límite está conformado por diferentes altitudes, se encuentran rasgos específicos como El Mezquito, El Aserradero y El Álamo, con elevaciones de 1,400 a 1,820 m s.n.m.

Al Oeste.- El rasgo limitante del SA que se encuentra al Oeste, está basado en la ubicación de diferentes rasgos altitudinales como El Aserradero, La Elenita y Campo del Toro con elevaciones de 1,580 a 2,240 m s.n.m.

En el SA y en el sitio del Proyecto se presenta un tipo de clima BS1k(x'), "semiárido templado". Este clima (BS1) es un clima intermedio entre los climas áridos (BW) y húmedos (A o C), con un cociente de precipitación/temperatura P/T mayor de 22.9, con lluvias en verano y con más del 18% de precipitación anual en el invierno. La temperatura media anual es entre 12 y 18 °C; en el mes más frío entre -3 y 18°C; y en el mes más caliente, mayor a 18°C.

La mayor parte del SA y el sitio de proyecto se localizan en el Norte de la Provincia Fisiográfica "Sierra Madre Occidental" (Raíz, 1959; CONAGUA, 2010). La Provincia Fisiográfica "Sierra Madre Occidental" se caracteriza por un gran sistema montañoso del mismo nombre, formado por rocas volcánicas y altitudes que alcanzan 3,000 msnm (fuera del SA). Sus condiciones geológicas y climatológicas han favorecido la formación de profundos cañones. Esta Provincia Fisiográfica comprende partes de los estados de Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Durango, Zacatecas, Nayarit, Aguascalientes y Jalisco, con orientación Noroeste-Sureste. El sitio de Proyecto se encuentra a una altitud que varía en el Noroeste de 1,620 m s.n.m. bajando a 1,580 m s.n.m. en el Sudeste y presenta características topográficas que equivale a un terreno de lomeríos con pendientes generales que varían de 5 a 10%.

Dentro del SA se encuentran 5 tipos de suelo. En el Norte se encuentra el tipo de suelo Phaeozem y en el Sur se distribuyen de Oeste a Este el Leptosol (también en el sitio de proyecto), Luvisol, Regosol y Planosol. Aunque se describe en esta sección el tipo de suelo se tiene que mencionar que el sitio de proyecto y gran parte del SA se encuentran afectados por las operaciones de la mina y el suelo existe solamente esporádicamente en el SA.

El SA se ubica dentro de la cuenca hidrológica Río Sonora la cual forma parte de la Región Hidrológica RH 9 "Sonora Sur". La cuenca hidrológica Río Sonora es la segunda más grande dentro de la RH 9, con una superficie que abarca 14.78% de la RH 9. En ella se ubica la zona Este del Distrito de Riego Num. 51 "Costa de Hermosillo".

El sitio de proyecto se encuentra en la microcuenca La Bombita (parte de la subcuenca hidrológica R. Sonora-Arizpe) dicho arroyo principal nace a un costado de las instalaciones de la planta de extracción de solventes y deposición electrolítica (ESDE II) a una altitud de 1,680 m s.n.m., recorriendo aproximadamente 4 km para unirse con el arroyo La Mexicana en una elevación de 1,504 m s.n.m. hasta descargar en el sistema de almacenamiento de la Presa de Jales Número 3

No existen cuerpos continentales mayores en el SA, ni en el sitio del Proyecto. Se han detectado algunos almacenamientos pequeños y aislados de agua superficial para uso pecuario. Los cuerpos de agua identificados al Este del Sitio del Proyecto, como repesos se han todos construido para el proceso minero, asociados a la lixiviación en terreros (de mineral ROM y mineral triturado), a las plantas ESDE I y II, así como la actual presa de jales de Buenavista del Cobre, en donde se manejan y recirculan importantes volúmenes de agua de los procesos metalúrgicos.

El terreno donde se tiene la construcción del proyecto ESDE II, se encuentra ubicado dentro del complejo minero de Buenavista del Cobre, y el cual está libre de vegetación, como consecuencia del asentamiento industrial histórico. Sin embargo se hizo una descripción de la vegetación que pudiera encontrarse de manera general dentro del Sistema Ambiental y en los alrededores del sitio del proyecto

De manera general, la vegetación del Sistema Ambiental corresponde a la característica de la Provincia “Sierra Madre Occidental”, Subprovincia Sierras y Valles del Norte, y en menor proporción, pero no por eso menos importante a la Provincia “Sierras y Llanuras del Norte”, Subprovincia “Llanuras y Médanos del Norte”. En el SA, además de las áreas impactadas y sin Vegetación Aparente (37.33 %), se desarrollan varios tipos de vegetación, destacando: Pastizal Natural (34.12%), Bosques de Encino con Vegetación Secundaria Arbustiva (26.62 %), Pastizal Natural con Vegetación Secundaria Arbustiva (1.91 %), y en menor proporción Agricultura de Riego (0.003%).

El estado cuenta con 17 tipos de vegetación, 7 corresponden al desierto de Sonora y uno de transición con el desierto de Chihuahua, resultando 8 tipos de vegetación desértica que son matorrales micrófilos inermes, micrófilo crasicauales, matorral arborescente alto con espinas laterales, arbocrasicaulescente, arbosufrutescentes, sarcocualescentes y micrófilo subinermes. Estos matorrales o arbustos, menores de cuatro metros de altura, representan, junto con la vegetación halófila y manglares, la totalidad de la vegetación presente en la región desértica. En Sistema Ambiental y en el sitio del Proyecto, no se encontraron individuos de las especies de flora silvestre listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

El SA delimitado y el Sitio del Proyecto, se incluye en la región neártica, de acuerdo a la regionalización zoogeográfica de Álvarez y De Lachica (1991), la cual se caracteriza por presentar especies que ocupan y dominan porciones montañosas, con climas secos, templados y tropicales (Toledo, 1988). Para el estado de Sonora se han reportado 858 especies de vertebrados terrestres, de los cuales 35 especies son anfibios, 141 reptiles, 556 aves y 126 mamíferos. Por lo que a continuación se realiza una breve descripción por grupo faunístico reportada para el estado. A nivel SA, se tiene un registro bibliográfico de 76 familias, distribuidas en 176 géneros y 236 especies, las cuales se distribuyen de la siguiente manera: 14 especies son de anfibios, 49 de reptiles, 130 de aves y 43 de mamíferos. No se registró ninguna especie con carácter endémico dentro del sitio del Proyecto y su área de influencia. En cuanto a los registros faunísticos de tipo bibliográfico, se reporta al tecolotito colicorto (*Micrathene whitneyi*) como especie endémica. Además en el SA se ubican según la bibliografía 9 especies endémicas y catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tales como: la salamandra (*Ambystoma rosaceum*), la lagartija común (*Uta stansburiana*), la tortuga de río (*Kinosternon sonoriense*), la codorniz (*Colinus virginianus ridwayi*), el perico del noreste (*Aratinga holochlora brewsteri*), la cotorra serrana (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*), el loro de corona lila (*Amazona finschi*), el murciélago pescador (*Myotis vivesi*) y la rata magueyera (*Neotoma varia*), sin embargo no se reporta ninguna en el sitio del Proyecto, seguramente por su actividad minera histórica.

Analizando los factores y características de la cuenca visual, calidad paisajística y fragilidad, se puede determinar que los alrededores del sitio del Proyecto no presentan características importantes que le den un alto valor al paisaje por lo que este elemento no será afectado. Las condiciones actuales que el sitio presenta ya se encuentran con perturbación humana, tales como la actividad minera y desarrollo de infraestructura local, sin dejar de lado las transformaciones por procesos naturales, por lo tanto, la construcción del Proyecto, no afectará significativamente.

I.11. Identificación y evaluación de impactos ambientales

Durante la implementación del Proyecto se identificaron un total de 92 impactos ambientales, de los cuales 52 son adversos y 40 son benéficos. Del total de impactos identificados como adversos (52), 49 de ellos son presentados en la etapa de operación. Mientras que del total de impactos identificados como benéficos (40), 36 se presentaron en la etapa de abandono del sitio. Los factores ambientales con mayor número de impactos adversos es el suelo (22), seguido el factor agua (19) y aire (11). Mientras que los impactos benéficos se ven reflejados sobre los factores aire (11), seguidos los factores paisaje y social con la misma cantidad de impactos (8).

Los resultados obtenidos en la evaluación, arrojaron que del total de impactos adversos evaluados (52), no se obtuvieron impactos ambientales en la categoría de Significancia Muy Alta (MA). Los impactos están dentro de las categorías de Significancia Alta (A) con un 8%, Significancia Moderada (Md) con un 88% y un 4% para la categoría de significancia Baja (Bj)

Analizando por lo tanto la categoría de significancia para la etapa de abandono, del total de los impactos evaluados para esta etapa (3), solo 2 se presentaron en la categoría de significancia Alta, mientras que uno en la categoría de significancia Baja.

La cantidad de impactos identificados para la categoría de significancia Alta se presentan en las etapas de operación-mantenimiento y abandono del sitio con la misma cantidad de impactos (2) respectivamente; mientras que la mayoría de los impactos de significancia Moderada se presentan en la etapa de operación-mantenimiento (45), seguida la etapa de abandono del sitio (1); los impactos clasificados como de significancia Baja solo son presentados en la etapa de operación-mantenimiento (2).

I.12. Medidas de mitigación y compensación que pretendan adoptar, las cuales deberán relacionarse con los impactos identificados

Es importante señalar que las medidas propuestas, se presentan de acuerdo a su importancia, siendo las “Preventivas” las medidas más adecuadas para evitar impactos ambientales; mientras que las de “Mitigación” pueden disminuir impactos ambientales negativos; y por último, las de “Compensación” promueven la restauración de los impactos ambientales ocasionados al medio. A continuación se presentan las medidas de mitigación, prevención y compensación para el Proyecto, presentándolas para cada Factor Ambiental, enunciando cada una de las etapas.

Cuadro 3. Medidas de mitigación generales propuestas para el Proyecto, por impacto negativo significativo generado, tipo de medida, etapa por aplicar, objetivo, indicador y evidencia de cumplimiento.

Factor ambiental afectado	Indicador ambiental	Medida preventiva (MP), medida de mitigación (MM) y medida de compensación (MC)	Etapa en que se instrumentará	Objetivo de la medida	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento
Aire	Generación de neblinas acidas (H ₂ SO ₄) y de O ₂ .	MP y MM: i) Implementar en el edificio de Electrodeposición un sistema de control ii) Implementar el uso de "grajeas" de polipropileno para la captura de O ₂ "; iii) Llevar a cabo el monitoreo en el edificio de Electrodeposición, conforme a los criterios de la normatividad vigente, para prevenir daños a la salud de los trabajadores expuestos a las sustancias químicas contaminantes del medio ambiente laboral; v) Brindar capacitación y equipo de protección personal a cada uno de los empleados y que sea utilizado durante toda la jornada laboral y en todas las áreas de la planta ESDE II.	Operación-mantenimiento	Disminuir la generación y emisión de neblinas al ambiente para evitar afectaciones a la calidad del aire y daños a la salud de los empleados por la inhalación de estos gases.	EG < ó = al LMP; Donde EG se refiere a la emisión de gases por el proceso, mientras que LMP es el límite máximo permisible que establece la normatividad vigente en la materia. $\frac{ER}{EE} \geq 0.8$; Donde ER es la Eficiencia Real de control de polvos en los equipos o áreas operativas; EE = Eficiencias Estimada.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Informes de mantenimiento al sistema de lavado y evidencia fotográfica del mismo. ✓ Resultados del monitoreo con base en la Norma NOM-010-STPS-1999. ✓ Programa calendarizado y listas de asistencia de las capacitaciones realizadas.
Aire	Emisiones de CO ₂ , SO ₂ y NO _x	MP y MM: i) Los vehículos y equipos de combustión, que circulen en las inmediaciones de la planta ESDE II deberán contar con un Programa de Mantenimiento que deberá incluir verificación, cambio de aceite y neumáticos fuera de las áreas de operación y/o en su caso en áreas acondicionadas para su desempeño.	Operación-mantenimiento Abandono de sitio	Reducir las emisiones de gases de combustión por el uso de Equipo, Maquinaria y Vehículos, así como no sobrepasar los límites establecidos en las normas.	PMP=100%; donde PMP se refiere a la ejecución del programa de mantenimiento preventivo programado	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documentación de la ejecución del programa de mantenimiento preventivo de todos los equipos empleados en el proyecto (bitácoras, registros y fotografías).
Aire	Incremento en	MP:	Operación-	Mantener los	✓ MR ≤ 68DB de 6:00 a	✓ Reporte de resultados del

Cuadro 3. Medidas de mitigación generales propuestas para el Proyecto, por impacto negativo significativo generado, tipo de medida, etapa por aplicar, objetivo, indicador y evidencia de cumplimiento.

Factor ambiental afectado	Indicador ambiental	Medida preventiva (MP), medida de mitigación (MM) y medida de compensación (MC)	Etapa en que se instrumentará	Objetivo de la medida	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento
	los niveles de ruido.	i) Ejecutar monitoreo anual en la planta ESDE II bajo los criterios de la NOM- 081-SEMARNAT-1994, que establece los límites permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición;	mantenimiento.	niveles de ruido por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-081-SEMARNAT-1994.	22:00 horas ✓ $MR \leq 66DB$ de 22:00 a 6:00 horas Donde MR se refiere a la Medición realizada.	monitoreo bajo los criterios de la NOM-081-SEMARNAT-1994.
Suelo y Agua	Susceptibilidad de contaminación al suelo por sustancias tóxicas y/o peligrosas	MP y MM: i) El sitio donde se realiza la descarga de reactivos y materiales (H ₂ SO ₄ , keroseno, combustóleo, etc) deberá contar con sistemas de contención de derrames, piso impermeable, guardas etc. Así como elaborar y ejecutar un Plan de atención a contingencias (Anexo 6.1). ii) La empresa que suministra los reactivos y materiales (H ₂ SO ₄ , keroseno, combustóleo, etc.) deberá contar con un procedimiento que asegure el manejo adecuado de los mismos en planta ESDE II. Dicho procedimiento deberá estar validado por el Personal Técnico encargado de supervisar el cumplimiento de las especificaciones establecidas y autorizadas para el Proyecto. iii) Durante el suministro o descarga de los reactivos en planta ESDE II el Personal Técnico encargado de supervisar el cumplimiento de	Operación-mantenimiento.	Las medidas propuestas tienen como objetivo evitar daños al factor suelo, agua y a la salud de los empleados de manera directa e indirectamente a otros factores ambientales, por fallas en los equipos, infraestructura deficiente y malas prácticas por parte del personal. La implementación del Plan de contingencias tendrá el objetivo de proponer alternativas de solución, con el fin de prevenir o eliminar los riesgos que existen dentro de la planta. Minimizar el daño	✓ $CSC = 0$ ✓ $CAC = 0$ ✓ Donde CSC se refiere a cantidad en kg de suelo contaminado; CAC se refiere a cantidad en m ³ de agua contaminada. ✓ $\frac{RPV}{RPG} \geq 0.60$; Donde RPV se refiere a residuos peligrosos valorizados y RPG se refiere a cantidad de residuos peligrosos generados; 0.30 se refiere a que del total de residuos peligrosos generados él se tiene como objetivo el valorizar el 30%. ✓ $\frac{RPG-RPV}{RPG} = RPD$; Donde RPV se refiere a residuos peligrosos valorizados y RPG se refiere a cantidad de residuos peligrosos generados; RPD se refiere a los Residuos Peligrosos a	✓ Documentación y evidencia fotográfica de la ejecución del procedimiento para la descarga de reactivos. ✓ Evidencia fotográfica del etiquetado y señalética instalados a la infraestructura y equipos acorde a los criterios de la NOM-018-STPS-2015. ✓ Documentación y evidencia fotográfica de la implementación del plan de emergencia. ✓ Documentación (bitácoras, autorizaciones de prestadores de servicio y manifiestos) y evidencia fotográfica de la implementación del Plan de Manejo de Residuos (peligrosos, manejo especial y sólidos urbanos). ✓ Documentación (calendario, lista de acciones, bitácoras) y evidencia fotográfica de la ejecución del programa de mantenimiento a los sistemas de bombeo, tuberías y tanques de almacenamiento. ✓ Formatos para reportes de emergencias y contingencias

Cuadro 3. Medidas de mitigación generales propuestas para el Proyecto, por impacto negativo significativo generado, tipo de medida, etapa por aplicar, objetivo, indicador y evidencia de cumplimiento.

Factor ambiental afectado	Indicador ambiental	Medida preventiva (MP), medida de mitigación (MM) y medida de compensación (MC)	Etapa en que se instrumentará	Objetivo de la medida	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento
		<p>las especificaciones establecidas y autorizadas para el Proyecto, deberá estar presente, para en caso de observar anomalías durante el suministro, estas sean atendidas y controladas para evitar una contingencia ambiental y de seguridad, que pongan en riesgo la integridad del personal.</p> <p>iv) Las tuberías, tanques y transporte de sustancias peligrosas deberán contar con el etiquetado y señalética acorde a la NOM-018-STPS-2015.</p> <p>v) Ejecutar el plan de manejo de residuos en sus tres categorías: peligrosos, manejo especial y residuos sólidos urbanos, mismo que deberá incluir acciones de prevención, manejo, almacenamiento, aprovechamiento y disposición final;</p> <p>vi) Elaborar e implementar un Programa de mantenimiento a sistemas de bombeo, tuberías, diques de contención y tanques de almacenamiento de las sustancias utilizadas y generadas en la planta ESDE II, con el objetivo de evitar fugas y derrames de las mismas sobre superficies que causen deterioro ambiental y</p>		<p>producido por la ocurrencia de un evento de riesgo realizando las acciones necesarias y suficientes para impedir su agravamiento; y mitigar el daño ya producido a las personas y bienes de la comunidad, o la Compañía, mediante la pronta respuesta;</p>	<p>Disposición final con base al Reglamento de la LGPGIR.</p> <p>✓ $\frac{RSUV}{RSUG} \geq 0.20$; donde RSUV se refiere a los kg de residuos sólidos urbanos valorizados, RSUG se refiere a la cantidad total de residuos sólidos urbanos generados; 0.20 se refiere que a que del total de residuos sólidos urbanos generados se tiene como objetivo valorizar el 20%.</p> <p>HR = 0; donde HR se refiere a hallazgos Registrados sobre el mal manejo de residuos dentro de la verificación ambiental del proyecto.</p>	<p>ambientales, el cual deberá incluir por lo menos la siguiente información: fecha y hora del incidente, lugar, nombre de la sustancia derramada y características, volumen derramado, superficie estimada afectada.</p> <p>✓ El sistema se reduzca a supervisión y vigilancia</p>

Cuadro 3. Medidas de mitigación generales propuestas para el Proyecto, por impacto negativo significativo generado, tipo de medida, etapa por aplicar, objetivo, indicador y evidencia de cumplimiento.

Factor ambiental afectado	Indicador ambiental	Medida preventiva (MP), medida de mitigación (MM) y medida de compensación (MC)	Etapa en que se instrumentará	Objetivo de la medida	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento
		<p>afectaciones a la salud;</p> <p>vii) Adecuar la infraestructura que cuenta la planta ESDE II como lo es cárcamos, drenajes y diques de contención en áreas de manejo y almacenamiento de sustancias peligrosas de acuerdo a la actividad que se realice en dicho lugar, así como brindar mantenimiento periódico para evitar grietas y azolve por residuos;</p> <p>viii) Implementar sistemas de paro y arranque automático y manual en el manejo de soluciones, por área.</p> <p>ix) La planta en su proceso, generará un subproducto denominado "Lodos Anódicos", los cuales serán recogidos por empresas externas para su reprocesamiento ya que es la materia prima de algunos procesos. Estos lodos serán colocados en tambos con tapa, se trasladarán al área de entrega y se entregarán tapados, sellados y con su leyenda respectiva.</p> <p>MC:</p> <p>viii) en caso de derrame o afectación a este factor, se proseguirá a la caracterización y en su caso remediación del sitio acorde a la legislación ambiental vigente (LGEEPA,</p>				

Cuadro 3. Medidas de mitigación generales propuestas para el Proyecto, por impacto negativo significativo generado, tipo de medida, etapa por aplicar, objetivo, indicador y evidencia de cumplimiento.

Factor ambiental afectado	Indicador ambiental	Medida preventiva (MP), medida de mitigación (MM) y medida de compensación (MC)	Etapa en que se instrumentará	Objetivo de la medida	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento
		LGPGIR, y Ley de Responsabilidad Ambiental). ix) En caso de presentarse alguna contingencia durante la operación de cualquiera de las áreas operativas de la planta ESDE II, se aplicara el Plan de contingencias con el que se cuenta (Anexo 6.1).				
Agua	Consumo de agua	MP y MM: i) Obtención de permisos para concesión de pozos para la extracción del recurso; ii) Uso eficiente del recurso a través de campañas de cuidado, dentro de las instalaciones; iii) Reúso y recirculación del agua durante el proceso.	Operación-mantenimiento	Optimizar el uso de agua durante el proceso operativo con la finalidad de tener un menor consumo del recurso; además se pretende concientizar al personal con el uso racional y cuidado del agua.	No aplica.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Concesión para la extracción de agua. ✓ Registro del consumo de agua. ✓ Documentación del proceso de recirculación del agua durante el proceso, tales como bitácoras y evidencia fotográfica. ✓ Evidencia fotográfica de las pláticas informativas y/o señalética para la concientización del uso racional del agua.
Paisaje	Calidad paisajística Fragilidad visual	MM y MC: i) Implementar un programa de abandono que incluya actividades de restauración y revegetación, una vez se haya retirado estructuras, así como también hacer limpieza del sitio (retiro de todo tipo de residuos generados durante el Proyecto); descompactación de suelo.	Abandono del sitio	Reincorporar la superficie del proyecto a su entorno, regresando las aportaciones ambientales que el sitio tenía al ecosistema.	ES/EE≥0.90 donde ES se refiere a las especies sembradas; EE a las especies existentes antes de la construcción del proyecto de acuerdo al inventario forestal. SL/STI=1; donde SL se refiere a la superficie liberada por concluirse las actividades de restauración; STI se refiere a la superficie total impactada por el	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documentación de las actividades de restauración que se apliquen, dichos documentos avalados por el técnico forestal que se asigne al proyecto, donde se incluyen bitácoras de campo, memoria fotográfica, etc. ✓ Informe del Programa de Restauración del Sitio. ✓ Informe final del Cierre de las actividades y obras mineras.

Cuadro 3. Medidas de mitigación generales propuestas para el Proyecto, por impacto negativo significativo generado, tipo de medida, etapa por aplicar, objetivo, indicador y evidencia de cumplimiento.

Factor ambiental afectado	Indicador ambiental	Medida preventiva (MP), medida de mitigación (MM) y medida de compensación (MC)	Etapa en que se instrumentará	Objetivo de la medida	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento
					proyecto.	
Socio económico	Deterioro en la salud de los empleados por las actividades ejecutadas durante el proceso.	MP: i) Proporcionar equipo de protección personal; ii) Contratar personal especializado; iv) Todo el personal contratado contará con seguro social.	Operación- mantenimiento Abandono del sitio	Evitar afectaciones y deterioro en la salud de los empleados por falta de seguridad en la ejecución de los trabajos, así como evitar la ocurrencia de accidentes por malas prácticas.	PCP=100%; Donde PCP se refiere al seguimiento del Programa de Capacitación al Personal.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evidencia y registro del buen estado del equipo de protección personal otorgado a los empleados. ✓ Programación y asistencia a las capacitaciones. ✓ Alta de los empleados ante el seguro social.
Todos	Desempeño ambiental incorrecto o deficiente del proyecto si se tiene falta de supervisión del mismo.	MP: i) Designar personal técnico encargado de supervisar el cumplimiento de las especificaciones establecidas y autorizadas para el Proyecto; ii) Implementar un programa de monitoreo, y vigilancia ambiental, para dar y evaluar el cumplimiento de las medidas establecidas en el presente Capítulo así como las que establezca la autoridad resultado de la evaluación y autorización del presente Proyecto, ejecutando el Programa de Vigilancia Ambiental propuesto en el Capítulo VII.	Todas	El personal asignado tendrá la capacidad técnica necesaria para identificar aspectos críticos desde el punto de vista ambiental, así como para tomar decisiones y establecer las acciones que aseguren el cumplimiento de las especificaciones contenidas en el presente estudio y las que se deriven su evaluación. La ejecución del programa de manejo ambiental tendrá como	SPVMA=100%; donde SPVMA se refiere a seguimiento al programa de vigilancia y monitoreo ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evidencia documental y de campo de la supervisión, para lo cual se implementarán formatos de registro que ya el complejo minero tiene tales como: ✓ Matriz de registro de áreas de oportunidad y planes de acción para subsanar estas medidas ✓ Matriz de entrega y recepción de evidencias de cumplimiento al Programa de Vigilancia y Monitoreo Ambiental. ✓ Informe del PVA. ✓ Programa de Contingencia Ambiental; Informe mensual de ejecución.

Cuadro 3. Medidas de mitigación generales propuestas para el Proyecto, por impacto negativo significativo generado, tipo de medida, etapa por aplicar, objetivo, indicador y evidencia de cumplimiento.

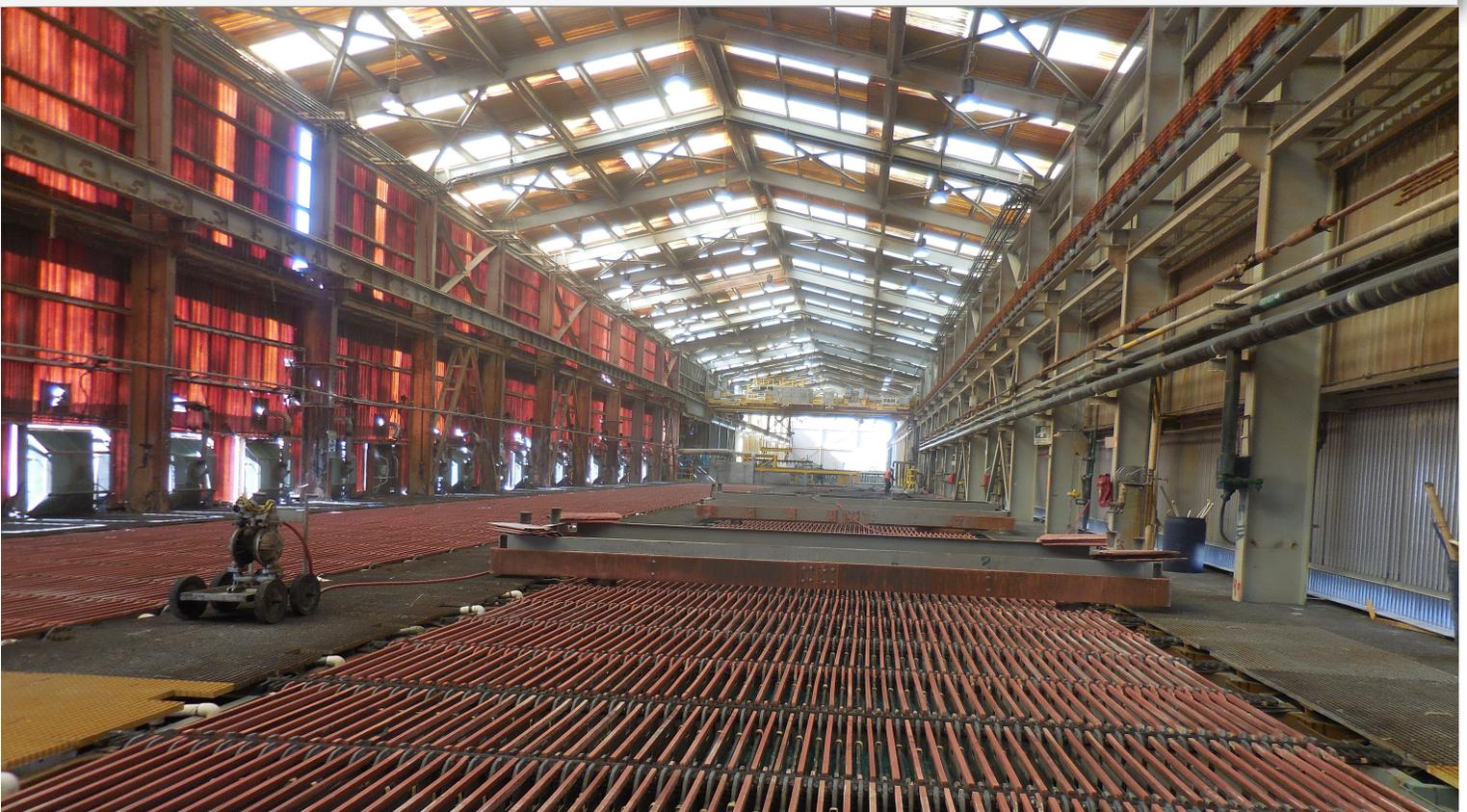
Factor ambiental afectado	Indicador ambiental	Medida preventiva (MP), medida de mitigación (MM) y medida de compensación (MC)	Etapas en que se instrumentará	Objetivo de la medida	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento
				objetivo general, verificar el cumplimiento de las medidas de mitigación, así como de los términos y condicionantes establecidos en el Resolutivo emitido como resultado de esta MIA.		
Todos	Afectación de los componentes del ambiente por faltas de comunicación, capacitación y concientización.	MP: i) Implementar un programa de concientización ambiental, el cual involucre la capacitación a los actores involucrados de todos los temas de importancia tales como el conocer los propios procedimientos o estándares ambientales con que ya se cuentan para asegurar el desempeño ambiental, dando a conocer las restricciones y precauciones que se deben de tener a lo largo del proyecto y en sus diferentes etapas.	Todas	Dar a conocer a todos los involucrados en el proyecto por mínima que sea su aportación, cada uno de los lineamientos ambientales que se deben de seguir en todas las etapas del proyecto.	DRVA=0; donde DRVA se refiere a desviaciones, hallazgos o áreas de oportunidad detectadas en los recorridos de verificación ambiental. HCR/HCP≥1; donde HCR se refiere a horas de capacitación registradas; HCR se refiere a horas de capacitación programadas.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Calendarios de la programación de pláticas informativas y cursos. ✓ Registro de asistencia del personal a los cursos y pláticas calendarizadas ✓ Registro de verificaciones en campo, donde se visualizara la aplicación del programa de concientización ambiental.

En resumen, como resultado del análisis y evaluación del Proyecto denominado Proyecto “ESDE II” ubicado en el municipio de Cananea, Sonora, y que es promovido por la empresa Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., bajo el formato de una Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular y que corresponde a un proyecto que permite la recuperación del cobre de soluciones acuosas por el método de extracción por solventes y depositación electrolítica (ESDE) a partir de soluciones ácidas con sulfato de cobre, recuperadas de la lixiviación de minerales de cobre en terreros que opera Buenavista del Cobre en sus instalaciones, se concluye que, dicho proceso se ha diseñado y opera para cumplir con los lineamientos en materia ambiental ya que sus procedimientos constructivos están planteados con un enfoque preventivo, que permitirá mantener los niveles de presión actual, evitando la afectación de los factores abióticos y los bióticos que se encuentran dentro del Sistema Ambiental delimitado, así como, evitando también una mayor degradación del ecosistema. Además, de que su continua operación tendrá repercusiones socioeconómicas favorables en el ámbito local y regional.

CAPÍTULO I

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Modalidad Particular del Proyecto "ESDE II" ubicado en el municipio de Cananea, Sonora.



CONTENIDO

I.	DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	4
I.1.	Proyecto	4
I.1.1.	Nombre del proyecto.....	4
I.1.2.	Ubicación del proyecto.....	5
I.1.3.	Tiempo de vida útil del proyecto	9

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.1. Coordenadas métricas (UTM) del sitio del Proyecto con una superficie de 22.98 ha9

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Localización del Sitio del Proyecto a ubicarse en el municipio de Cananea, Sonora.	7
Figura 1.2. Principales vías de acceso al Sitio del Proyecto, a ubicarse en municipio de Cananea, Sonora.	8

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

I.1. Proyecto

I.1.1. Nombre del proyecto

El Proyecto se denomina “**ESDE II**”, ubicado en el Municipio de Cananea, estado de Sonora (México). El Proyecto corresponde a un proyecto en operación mediante el cual se extrae y recupera cobre diluido en soluciones acuosas por el método de extracción por solventes y depositación electrolítica (ESDE) dentro de las instalaciones de la empresa Buenavista del Cobre, S.A. de C.V.

El Proyecto ESDE II inició operaciones desde el año 1989 por la empresa promovente Mexicana de Cananea S.A. de C.V., obteniendo una autorización en materia de impacto ambiental por la Ampliación de la Planta ESDE II, otorgado por la Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental de la entonces Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, mediante Oficio No. D.O.O.DGOEIA.-003163, de fecha 13 junio 2000. Por tanto, el proyecto que aquí se documenta, corresponde exclusivamente a sus etapas de operación y de abandono.

El proyecto consiste en la operación de dos áreas que albergan al edificio de extracción por solventes y al edificio de depositación electrolítica, así como obras asociadas a estos procesos que permiten la extracción y recuperación del cobre a partir de soluciones acuosas para la producción de cobre catódico. Todas las obras y actividades del Proyecto se desarrollan en un polígono envolvente que corresponde al Sitio del Proyecto que cubre una superficie de **22.98 ha (229,800 m²)**.

Es importante señalar que el Proyecto “ESDE II” (enseguida referido como el Proyecto), se situará dentro de predios propiedad de la empresa Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., ubicado dentro de las instalaciones de esta empresa, en el municipio y cabecera municipal de Cananea, en el estado de Sonora.

I.1.2. Ubicación del proyecto

El Sitio del Proyecto ubicado en el municipio de Cananea, estado de Sonora, se localiza en la región Noroeste del país, en una zona cuya altura promedio asciende a los 1,920 m s.n.m. El estado de Sonora se encuentra en las coordenadas geográficas Latitud Norte 30°50'26.58" - 32°43'14.32" y Longitud Oeste 108°20'115.3" y 86°42'118.22". Este estado limita al Norte con los Estados Unidos de Norteamérica, al Oeste con el mar de Cortés y el estado de Baja California, al Sur con el estado de Sinaloa y al Este con el estado de Chihuahua.

El municipio de Cananea, se ubica al Norte del estado de Sonora; colinda al Norte con los municipios de Santa Cruz y Naco; al Este con los municipios de Naco, Fronteras y Bacoachí; al Sur con los municipios de Bacoachí, Arizpe e Ímuris; y al Oeste con los municipios de Ímuris y Santa Cruz. El municipio de Cananea se localiza entre las coordenadas geográficas extremas 30°42' - 31°16' de Latitud Norte y 109°51' - 110°33' de Longitud Oeste, con altitudes entre 800 y 2,600 m s.n.m (**Figura 1.1**).

El principal acceso carretero a la población de Cananea, desde la ciudad de Hermosillo, capital del estado de Sonora, es hacia el Norte sobre la Carretera Federal No. 15 hasta el poblado de Santa Ana, donde se continúa enseguida hacia el Noreste hasta Ímuris, donde se toma la Carretera Federal No. 2 que comunica a Ímuris con Cananea. Una vez en la ciudad de Cananea, el acceso al área del sitio del proyecto, se hace a través del camino de acceso a las instalaciones de la empresa Buenavista del Cobre (**Figura 1.2**).

El Sistema Ambiental delimitado para el sitio del Proyecto abarca partes de las subcuencas hidrológicas Bacanuchi y Río Sonora-Arizpe. El clima en el Sistema Ambiental (SA) es semiárido templado (BS1k(x')) semiárido-templado, con precipitación de 510.7 a

604.8 mm; temperatura media anual de 12°C a 18°C; vientos de Sur-Suroeste (mayoría del año) y de Norte (julio y agosto), con velocidad promedio anual de 13-23 km/h.

Fisiográficamente el sitio del Proyecto pertenece a la Provincia Sierra Madre Occidental, el sistema montañoso formado por la acumulación de rocas volcánicas con espesores que oscilan entre 1,500 y 1,800 m. La Sierra Madre Occidental se extiende con dirección Noroeste-Sureste, alcanzando altitudes de 3,000 m s.n.m. La Provincia Sierra Madre Occidental se divide a su vez, en varias Subprovincias. La Subprovincia que es de interés para el presente estudio, se denomina “Sierras y Valles del Norte”, que ocupa 32,688.84 km² del territorio sonorenses, aunque se prolonga hacia el Sur de los Estados Unidos de Norteamérica con algunas variantes. Sus sierras, más bien bajas y abruptas, se orientan burdamente en dirección Norte Noroeste - Sur Sureste, quedando separadas entre sí por grandes bajadas y llanuras con relleno aluvial.

En las cercanías de la cabecera municipal de Cananea, se encuentran sierras separadas por amplios valles paralelos con orientación Norte - Sur, tales como las sierras de Los Ajos, El Manzanal, La Helenita y la Mariquita, que son algunos de los sistemas de topoformas de tierras altas que se localizan en el entorno regional al sitio del Proyecto.

En la Sierra Los Ajos, al Este de Cananea se alcanza la mayor altitud con 2,620 m s.n.m.; mientras que al Norte de Mazocahuí, gran parte de las elevaciones exceden los 1,000 m s.n.m., y al Sur de Cananea la mayoría de las cimas quedan por debajo de esta altitud.

Siguiendo la regionalización fisiográfica que presenta el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el Sistema Ambiental particularmente donde se encuentra el Sitio del Proyecto (descrito en el Capítulo IV de este estudio), se localiza en un sistema de topoformas de tierras altas, cuyos límites incluyen la totalidad de la Sierra La Helenita, elemento que se identifica como una sierra escarpada. Regionalmente, también son tierras altas las Sierras La Mariquita, El Manzanal y Los Ajos.

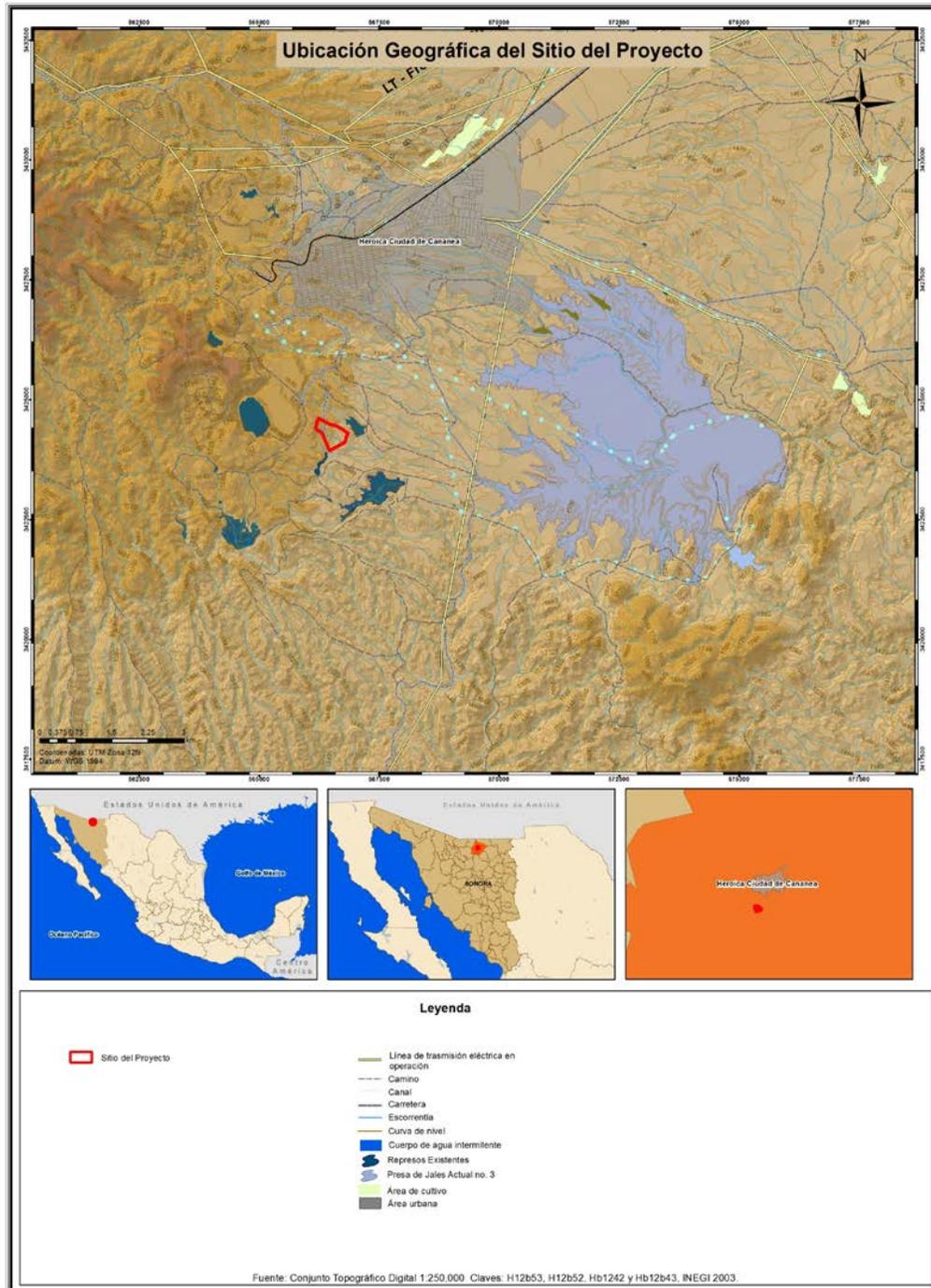


Figura 1.1. Localización del Sitio del Proyecto a ubicarse en el municipio de Cananea, Sonora.

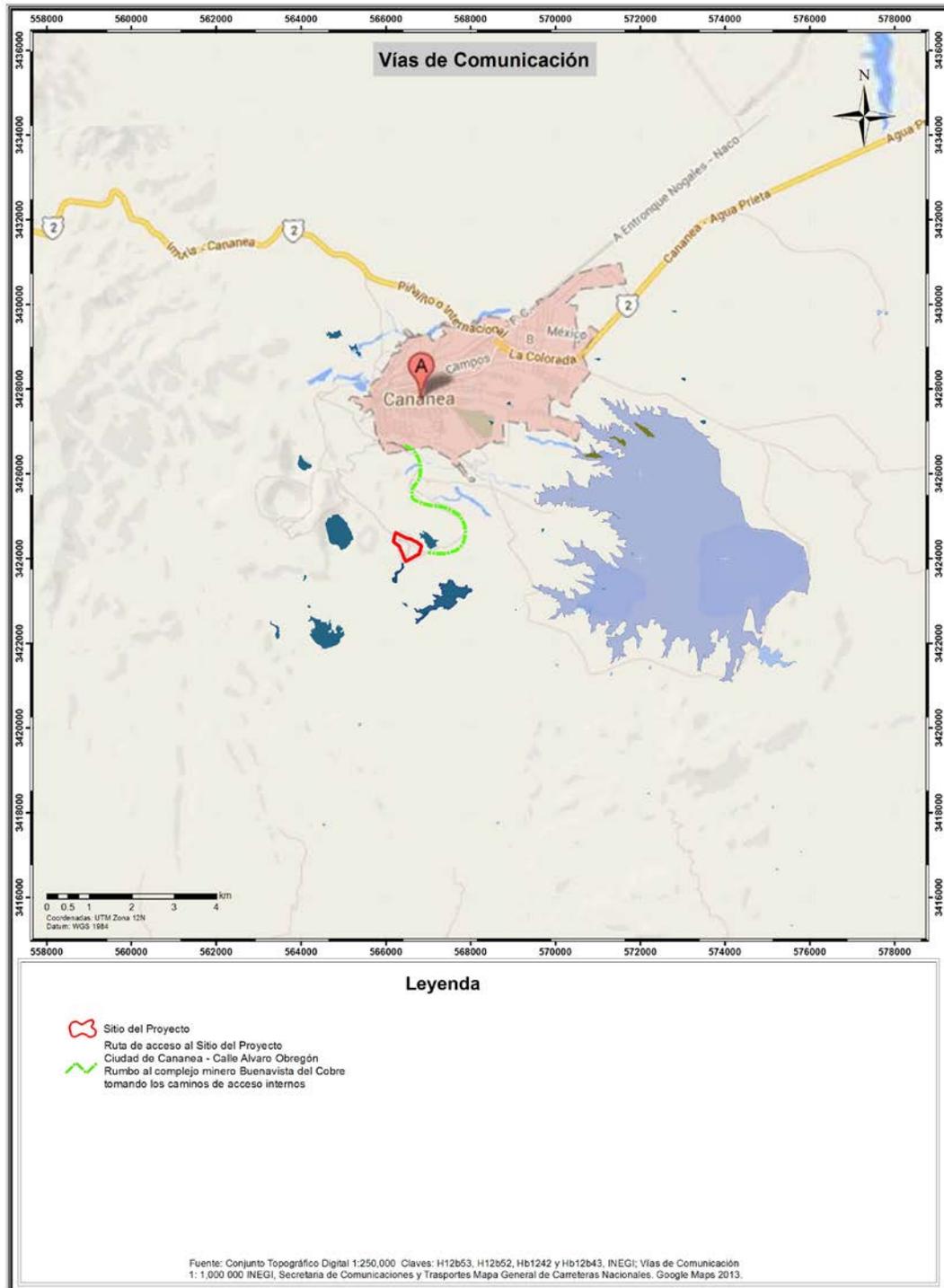


Figura 1.2. Principales vías de acceso al Sitio del Proyecto, a ubicarse en municipio de Cananea, Sonora.

La superficie total del Sitio del Proyecto (**22.98 ha**), se delimita mediante las coordenadas métricas (UTM), que se presentan en el **Cuadro 1.1**.

Cuadro 1.1. Coordenadas métricas (UTM) del sitio del Proyecto con una superficie de 22.98 ha

ID	X	Y
1	566198.71344300000	3424532.27576000000
2	566229.80313800000	3424607.96984000000
3	566458.41230000000	3424490.34056000000
4	566618.83487400000	3424440.14667000000
5	566743.32085300000	3424372.71138000000
6	566840.56513700000	3424299.40619000000
7	566782.55984700000	3424108.47173000000
8	566526.65388900000	3423966.97565000000
9	566462.26949900000	3423930.39205000000
10	566311.69292400000	3424294.29179000000
11	566175.20984700000	3424396.57818000000

I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto

El tiempo de vida útil del proyecto se contempla por un período de 45 años, dentro de los cuales, los primeros 40 años son exclusivamente a la etapa de operación y mantenimiento del Proyecto, donde se realizará la extracción y recuperación del cobre por el método de extracción por solventes y deposición electrolítica (ESDE). Los últimos 5 años serán destinados para la etapa de abandono del Proyecto, donde se incluirán actividades de desmantelamiento de equipos y demolición de obras de concreto y plataformas, tratando de regresar a las condiciones anteriores al Proyecto. El Programa de abandono contará con todas las medidas de restitución necesarias como limpieza, restauración de suelo, retiro de infraestructura, etc.

CAPÍTULO II

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Modalidad Particular del Proyecto "ESDE II" ubicado en el municipio de Cananea, Sonora.



CONTENIDO

II.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	6
II.1.	Información general del Proyecto.....	6
II.1.1.	Naturaleza del Proyecto	6
II.1.2.	Descripción del Proceso	9
II.1.3.	Procesos unitarios principales	10
II.1.3.1.	Extracción por solventes	10
II.1.3.2.	Depósito electrolítico del cobre	13
II.1.4.	Procesos y operaciones asociadas	15
II.1.4.1.	Laboratorio	15
II.1.4.2.	Subestación.....	15
II.1.4.3.	Oficinas.....	16
II.1.4.4.	Taller de mantenimiento.....	16
II.1.4.5.	Estacionamiento.....	16
II.2.	Materias primas, productos y subproductos.....	18
II.2.1.	Solución rica en cobre	18
II.2.2.	Ácido Sulfúrico.....	18
II.2.3.	Sulfato de Cobalto	18
II.2.4.	Reactivo Extractante (Organcio Lix-622).....	18
II.2.5.	Kerosina (Diluyente)	19
II.2.6.	Diesel	19
II.2.7.	Gasolina.....	19
II.2.8.	Agua.....	19
II.3.	Selección del sitio	21
II.4.	Ubicación física del Proyecto y planos de localización	22
II.5.	Vías de acceso	24
II.6.	Dimensiones del Proyecto.....	26
II.6.1.	Superficie total requerida.....	26

Capítulo II Página 2 de 38

II.6.2.	Superficie a afectar con respecto a la cobertura vegetal del Sitio del Proyecto	26
II.7.	Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del Proyecto y sus colindancias	26
II.8.	Urbanización del área y descripción de servicios requeridos	28
II.8.1.	Agua.....	28
II.8.2.	Energía eléctrica.....	29
II.8.3.	Combustible	29
II.8.4.	Drenaje	30
II.8.5.	Telefonía.....	30
II.8.6.	Recolección de residuos sólidos	30
II.9.	Características particulares del Proyecto	31
II.9.1.	Programa general de trabajo.....	31
II.9.2.	Operación y mantenimiento.....	34
II.9.3.	Abandono del sitio	34
II.9.4.	Generación, manejo y disposición de residuos sólidos líquidos y emisiones a la atmósfera.....	34
II.9.5.	II.2.3. Infraestructura para el manejo y disposición de los residuos	37
II.9.6.	Otras fuentes de daños	38

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1. Almacenamiento y manejo de reactivos en planta ESDE II.	19
Cuadro 2.2. Coordenadas métricas (UTM) del sitio del Proyecto con una superficie de 22.98 ha.....	22
Cuadro 2.3. Cronograma de actividades involucradas en cada etapa del Proyecto "ESDE II", ubicado en el municipio de Cananea, estado de Sonora.	32
Cuadro 2.4. Relación de residuos generados por el Proyecto, con su respectivo almacenamiento y disposición final	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Ubicación geográfica del polígono que representa el Sitio del Proyecto “ESDE II”.....	8
Figura 2.2	Diagrama de flujo del proceso de ESDE II.	17
Figura 2.3	Ubicación y coordenadas UTM del polígono del sitio del Proyecto “ESDE II”, ubicado en el municipio de Cananea, estado de Sonora.	23
Figura 2.4	Vías de comunicación que permiten el acceso al sitio del Proyecto “ESDE II”, ubicado en el municipio de Cananea, estado de Sonora.	25
Figura 2.5	Balance de agua utilizada en la Planta ESDE II.....	29
Figura 2.6	Control de los vapores ácidos a través de cama de polietileno flotante en forma de grageas	35

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 2.1.** Plano de ubicación y las coordenadas del polígono envolvente.
- Anexo 2.2.** Oficio D.O.O.DGOEIA.-003136 de fecha de 13 de junio de 2000.
- Anexo 2.3.** Plano de obras.
- Anexo 2.4.** Detalle el balance de materia en la plana ESDE II.
- Anexo 2.5.** Hojas de seguridad de las sustancias utilizadas en la plana ESDE II.
- Anexo 2.6.** Resultados obtenidos de la evaluación de concentración de neblinas de ácido sulfúrico en ESDE I y ESDE II.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. Información general del Proyecto.

II.1.1. Naturaleza del Proyecto

El Proyecto “**ESDE II**” (enseguida también referido como el Proyecto) de la empresa Buenavista del Cobre, S.A. de C.V. (enseguida referida como Buenavista del Cobre, la empresa o la Promovente), corresponde a un proyecto que permite la recuperación del cobre de soluciones acuosas por el método de extracción por solventes y depositación electrolítica (ESDE) a partir de soluciones ácidas con sulfato de cobre, recuperadas de la lixiviación de minerales de cobre en terreros que opera Buenavista del Cobre en sus instalaciones ubicadas en el municipio de Cananea, estado de Sonora, México.

La planta ESDE II inició operaciones en el año 1989, por lo que el proyecto que aquí se documenta, corresponde exclusivamente a sus etapas de operación y de abandono.

El proyecto consiste en la operación de dos áreas que albergan al edificio de extracción por solventes y al edificio de depositación electrolítica, así como obras asociadas a estos procesos que permiten la extracción y recuperación del cobre a partir de soluciones acuosas para la producción de cobre catódico. Todas las obras y actividades del Proyecto se desarrollan en un polígono envolvente que corresponde al Sitio del Proyecto que cubre una superficie de **22.98 ha (229,800 m²)**. En la **Figura 2.1** se presenta la ubicación geográfica del polígono que representa el sitio del Proyecto ESDE II, mientras que en el **Anexo 2.1**, se presenta el plano de ubicación y el cuadro de coordenadas del polígono envolvente.

El Proyecto consiste en la operación de la planta ESDE II, que como se mencionó, sus edificios principales encierran a los procesos de Extracción por Solventes y de Depósito Electrolítico (de ahí las iniciales de la planta ESDE), para producir cobre catódico, aprovechando la infraestructura inicialmente instalada y aquella que fue objeto de la

autorización mediante el oficio D.O.O.DGOEIA.-003136 de fecha de 13 de junio de 2000 (**Anexo 2.2**).

Las obras y actividades consideradas en el Proyecto, son las siguientes (en el **Anexo 2.3** se muestra el plano de obras):

- i. Edificio de Extracción por Solventes
- ii. Edificios de Deposición Electrolítica.
- iii. Oficinas
- iv. Estacionamiento
- v. Subestación Eléctrica y Transformadores
- vi. Laboratorio
- vii. Taller de mantenimiento
- viii. Almacén de aceites
- ix. Sumideros (1 y 2)
- x. Áreas de descarga (Diesel y H₂SO₄)
- xi. Área de planta piloto
- xii. Tanques de almacenamiento de agua para servicios y proceso
- xiii. Tanque para red contra incendios

En cumplimiento con los artículos 28 y 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), el Promovente presenta la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular del Proyecto denominado “ESDE II”, con el propósito de cumplir con la legislación aplicable e identificar los impactos que se presenten durante las etapas de operación y abandono de este Proyecto, con la finalidad de establecer las medidas de mitigación necesarias para el desarrollo sustentable del Proyecto.

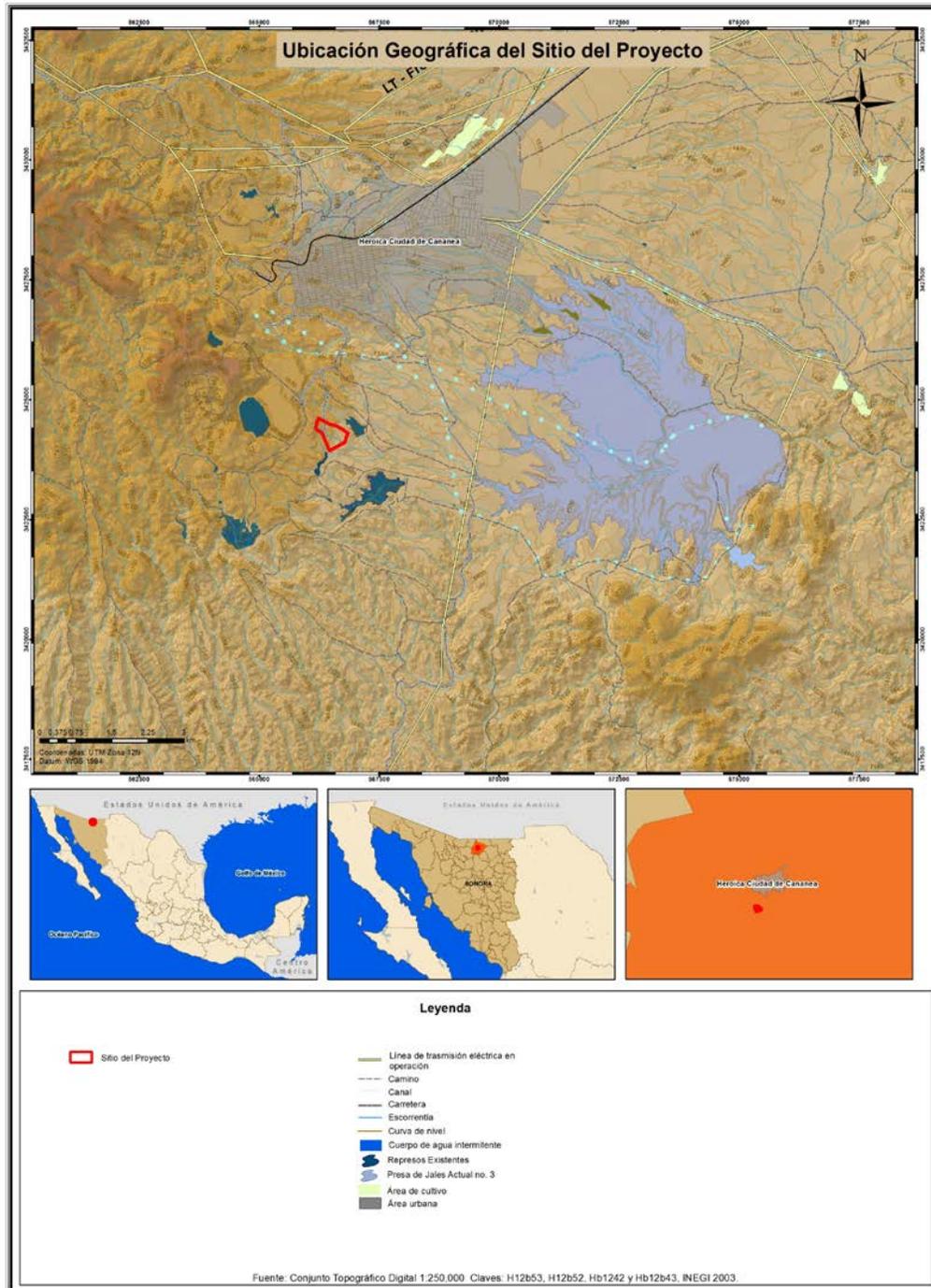


Figura 2.1 Ubicación geográfica del polígono que representa el Sitio del Proyecto “ESDE II”.

II.1.2. Descripción del Proceso

El Proyecto tiene como objetivo la operación de las plantas principales y asociadas que permiten la extracción y recuperación del cobre a partir de soluciones acuosas mediante el método de extracción por solventes y deposición electrolítica, en las instalaciones identificadas como Planta ESDE II de la empresa Buenavista del Cobre.

La solución acuosa enriquecida con cobre diluido que proviene de la lixiviación de minerales de cobre en terreros, corresponde a la materia prima que llega a las plantas de Extracción por Solventes y Electrodeposición (ESDE) con un flujo aproximado de 30 m³/h. Esta solución se caracteriza por tener una concentración de cobre en solución de 1.8 g/L, una concentración de H₂SO₄ de 7.0 g/L, un pH entre 1.5 y 2.0, y una concentración de Fe (hierro) total de 45.0 g/L.

Mediante el proceso de extracción por solventes, se extrae y enriquece de manera selectiva al cobre contenido en la solución rica (denominada también PLS, por sus siglas en inglés *Pregnant Leach Solution*) procedente de la lixiviación, mediante intercambio selectivo del cobre entre una fase acuosa (solución acuosa ácida) y una fase orgánica. Este proceso permite descargar el cobre en una solución ácida de mayor pureza en cobre y ácido, formando un electrolito apto para ser enviado a la etapa de depósito electrolítico.

La solución ácida acuosa descargada de cobre (colas) son regresadas al sistema de lixiviación como solución lixivante, para ser enriquecidas nuevamente con cobre y establecer así un circuito cerrado.

Los insumos en el proceso corresponden a las sustancias que permiten compensar las pérdidas por evaporación y las requeridas para acondicionar las soluciones orgánica y acuosa. En el caso del extractante orgánico consiste en una solución compuesta por un reactivo comercial llamado oxima (con una gravedad específica de 0.92) que se diluye en una proporción 8/92 con queroseno purificado (con gravedad específica de 0.82 y punto de inflamación de 52 °C).

El ácido sulfúrico (H_2SO_4) es uno de los principales reactivos del proceso, requiere mantenerse libre de impurezas, principalmente Fe que interfiere en la eficiencia de la corriente eléctrica en las celdas de electrodeposito de cobre y en la calidad del cobre catódico. Por ello, se realiza una purga semi-permanente de electrolito que se envía al sistema de lixiviación. Para reponer esta pérdida, será necesario reponer esta pérdida con aproximadamente 7,230 kg de sulfato de cobalto.

Para la caldera que calienta el agua empleada en el lavado de cátodos se utilizan 86.4 m³ de diesel por mes.

El único sub producto que se obtiene, corresponde a lodos anódicos (plomizos) asentados en las pilas de electrodeposición. La venta de estos materiales no significa grandes beneficios económicos para la empresa, pero se evita el tener que manejarlos como residuos, asegurando por lo tanto su coprocesamiento a una empresa dedicada a la fundición.

II.1.3. Procesos unitarios principales

II.1.3.1. Extracción por solventes

En la etapa de extracción por solventes, la solución rica proveniente de la lixiviación (PLS), es mezclada con la fase orgánica (orgánico descargado) para extraer selectivamente al cobre diluido en la solución acuosa ácida, obteniendo una solución pobre en cobre, llamada refino o colas de proceso, que es reciclada a la etapa de lixiviación en pilas.

Este proceso se lleva a cabo en tres etapas de extracción, una etapa de lavado orgánico y dos etapas de despojamiento. La primera etapa de extracción (E-1) recibirá el flujo por gravedad de una solución cargada de lixiviación (PLS) procedente de la pila de soluciones cargadas (o cabeza) y de una solución cargada proveniente de la segunda etapa de extracción (E-2), para producir una solución orgánica cargada y una solución acuosa parcialmente descargada.

El reactivo orgánico se contacta con la solución acuosa impura de lixiviación y extrae selectivamente desde la fase acuosa los iones de cobre, incorporándolos en la fase orgánica. El ión cúprico reacciona con el extractante formando un compuesto organometálico insoluble en agua, totalmente soluble en el disolvente orgánico (keroseno), con la cual se produce la extracción del cobre desde la fase acuosa a la orgánica. Enseguida, el cobre pasa de la fase orgánica a la fase acuosa, obteniéndose una fase orgánica descargada, este orgánico es bombeado hacia la etapa de lavado, desde el tanque de orgánico cargado de cada tren y es movido por los mezcladores a través de los asentadores, regresando al tanque de orgánico cargado por gravedad, desde la primera etapa de extracción.

El electrolito descargado es bombeado del tanque de recirculación del electrolito hacia la segunda etapa de despojamiento de cada tren, y es enviado a la primera etapa de despojamiento a través de los mezcladores y regresa por gravedad como electrolito rico al tanque de alimentación de la unidad de limpieza del electrolito.

Para mantener el control operativo de la planta de extracción por solventes, se requiere que los flujos de la solución de lixiviación cargada (PLS), el orgánico cargado y el electrolito gastado deban estar balanceados con los flujos de recirculación de electrolito en las etapas de despojamiento. Si la concentración cambia en las diferentes corrientes, los flujos también deben cambiar, con el propósito de mantener el equilibrio químico.

Los grumos son contaminantes sólidos que se forman en el proceso, los cuales consisten principalmente de material contenido en la solución de lixiviación cargada. Los grumos se acumulan en la interfase acuosa /orgánica y deben ser drenados periódicamente desde el sistema y procesados, para recuperar la fase orgánica atrapada en los mismos.

La planta de extracción por solventes, incluye un sistema de tuberías exclusivamente para drenar los grumos hacia el sumidero principal de la planta donde son asentados por un tiempo razonable para recibir el tratamiento posterior. Un sistema de drenaje es provisto desde los asentadores a los cárcamos de desagüe de la planta extracción por solventes con el fin de contener los grumos y soluciones asociadas.

El **área de tanques** se localiza entre la planta de extracción por solventes y la planta de electrodeposición, a una elevación inferior con respecto a los trenes de extracción, para permitir los flujos por gravedad desde los asentadores al área de tanques. La mayor parte de los tanques y el equipo de bombeo se localizan en esta área.

Los tanques de orgánico cargado son de fibra de vidrio reforzado y reciben el orgánico cargado proveniente de la canaleta de orgánico de la primera etapa de extracción de cada uno de los trenes. Antes de entrar al tanque, el orgánico cargado pasa a través de una coalescedor que tiene la propiedad de remover la solución acuosa arrastrada en la corriente del orgánico. El arrastre de acuoso en el orgánico cargado es la fuente principal de transferencia de hierro al electrolito rico de las etapas de despojamiento, por lo que la etapa de lavado de orgánico se localiza antes de las etapas de despojamiento.

Los coalescedores de orgánico tienen la propiedad de retener el acuoso atrapado en el orgánico, debido al diseño y construcción de las placas que permiten realizar esta operación. Cuando el orgánico ha sido separado, éste fluye por gravedad hacia el tanque de orgánico cargado, la solución acuosa separada, es drenada hacia el sumidero principal de la planta. Debido a la cantidad de orgánico que se maneja, es necesario dos coalescedores de orgánico por cada uno de los trenes.

El orgánico cargado es bombeado del tanque hacia la etapa de lavado de cada uno de los dos trenes donde se mezcla con agua ligeramente acidulada y la solución acuosa arrastrada por el orgánico que es la que contiene los elementos contaminantes, son diluidos antes de entrar a las etapas de despojamiento.

Dos unidades coalescedoras en paralelo se incluyen en cada sistema de orgánico cargado para cada tren de la etapa de extracción por solventes.

El electrolito rico proveniente de cada tren de extracción por solventes, fluye por gravedad al tanque de alimentación a celdas de limpieza, de donde es bombeado a las unidades de limpieza de electrolito (Celdas Jamenson) donde se remueve el orgánico arrastrado en la corriente de electrolito y se regresa al tanque de mezclado de las etapas de despojamiento. El electrólito filtrado fluye por gravedad al tanque de electrólito rico filtrado.

Se requieren dos unidades de limpieza de electrolito operando en serio para realizar esta operación.

El tanque de electrolito rico filtrado incluye un sistema de bombeo para enviar el electrolito rico limpio a través de dos unidades de intercambio térmico que trabajan en serie para incrementar la temperatura utilizando el calor de la corriente de retorno del electrolito gastado hacia la extracción por solventes. El electrolito rico caliente alimenta las celdas de barrido y drena al tanque de circulación del electrolito.

El sumidero principal recibe soluciones descargadas o bombeadas conteniendo orgánico, grumos y acuoso. Desde el tanque de orgánico recuperado, éste es transferido al tanque de orgánico cargado o directamente a las etapas de extracción de cada uno de los trenes.

El tanque de recirculación del electrolito tiene una mampara de separación. La sección menor recibe el sobreflujo del electrolito gastado de las celdas electrolíticas comerciales; una porción de este flujo es bombeado a las etapas de despojamiento en los trenes de extracción por solventes y el excedente fluye sobre la mampara hacia la sección mayor del tanque que recibe además electrolito semicargado procedente de las celdas de barrido, agua de reposición de electrolito y ácido sulfúrico de reposición. De esta sección el electrolito es bombeado a las celdas comerciales para electrodepositar el cobre y formar el electrolito descargado.

II.1.3.2. Depósito electrolítico del cobre

En la etapa de **electrodeposición**, los principales componentes son dos transformadores, celdas electrolíticas, una grúa viajera en la casa de tanque, un sistema de ventilación y maquinaria de despojamiento totalmente automatizada.

Se hace pasar el electrolito rico en cobre a través de las celdas electrolíticas, y son los transformadores rectificadores los que suministran la corriente directa, se hace pasar una corriente eléctrica a través del ánodo, viajando por el electrolito hacia el cátodo y depositándose el cobre catódico (metálico) en éste último.

Un rectificador polarizado es alimentado por un generador de emergencia de diesel, que se dispone para proporcionar un pequeño amperaje a todas las celdas de electrodeposición durante los paros de emergencia, con el fin de prevenir la fractura de la escama formada en los ánodos de plomo y evitar la contaminación del cátodo.

Los ánodos y cátodos están eléctricamente conectados en paralelo en cada celda electrolítica y en serie entre las celdas, de esta manera cada par de cátodo/ánodo recibirá el mismo amperaje.

El electrolito es alimentado a cada celda a través de un tubo distribuidor próximo al fondo de la celda. El electrolito rebosa de la celda en la parte superior y hacia ambos lados, y fluye hasta el final de la misma para drenar dentro de un distribuidor que retorna el electrolito hacia el tanque de recirculación. El voltaje de la celda electrolítica es monitoreado a través de un sistema de detección de voltaje instalado en cada celda con capacidad para enviar la información hacia el DCS localizado en el cuarto de control.

La grúa existente localizada en la casa de tanques se utiliza para mover los cátodos de cobre hacia la máquina de despojamiento automática, y ocasionalmente con propósito de mantenimiento.

La máquina de despojamiento o desbarradora del cobre catódico adherido a los cátodos matrices incluirá las siguientes secciones:

- un transportador para recepción y lavado;
- una cámara de lavado;
- un tanque de recirculación de agua;
- un dispositivo de transferencia No. 1 (para colocar los cátodos blancos o desferrados en el transportador de transferencia);
- un dispositivo para doblado;
- una sección de desfloramiento o desescamado;
- un cátodo final de descenso;

- un dispositivo de transferencia No. 2 (para colocar el cátodo blanco en las cadenas del transportador de descarga); y
- un transportador de descarga a través del cual la grúa viajera de la casa de tanques será utilizada para retornar los cátodos matrices o desforrados a las celdas electrolíticas.

Si por cualquier razón un cátodo matriz es rechazado, éste es removido del transportador transversal hacia el transportador de desecho, utilizando para esto un dispositivo de levantamiento. El cátodo matriz es removido y manualmente desescamado del depósito de cobre, reparado y regresado a servicio.

Después del desescamado, los cátodos de cobre avanzan hacia el transportador de cátodos, un apilador de cátodos, una mesa de apilamiento, una prensa para el corrugado, un transportador de descarga para el apilamiento, una unidad de muestreo automático y una báscula. La información obtenida de la báscula, tal como, peso fecha, referencias u otros datos relevantes, será impresa en una etiqueta y automáticamente colocada en la pila de cátodos. Posteriormente, las pilas de cátodos son transportados a la unidad de flejado automático, donde los flejes de acero son aplicados alrededor de las piula de cátodos para su posterior análisis y embarque.

II.1.4. Procesos y operaciones asociadas

II.1.4.1. Laboratorio

Existe un laboratorio exclusivo para la planta ESDE II, que tiene como propósito realizar los análisis de control de calidad del cátodo de cobre. Sin embargo, la finalidad de este laboratorio cambiará para ser también un área de investigación y desarrollo.

II.1.4.2. Subestación

La subestación principal tiene de una capacidad aproximada de 50 MVA y un Bus de 34.5 KV, alimentado por dos circuitos. De este Bus, de 34.5 KV, se alimentan cuatro transformadores/rectificadores de una capacidad de 9 MVA cada uno y que alimentan al edificio de celdas electrolíticas con una corriente máxima de 43 KA y 370 VDC. De este

mismo Bus, de 34.5 KV, se alimentan dos transformadores que a su vez alimentan un Bus de 4.16 KV, del que se conectan 6 bombas de alimentación a celdas electrolíticas y dos transformadores para el área de extracción por solventes y servicios. En caso de falla de la energía, se cuenta con una planta de emergencia que proporciona energía a las celdas electrolíticas a través de un rectificador de polarización y para servicios de alumbrado.

II.1.4.3. Oficinas

Es un edificio que tiene cimentación a base de zapatas aisladas, columnas de concreto, muros de block tipo santa julia, techo de concreto, puertas y ventanas de aluminio con cristal, alumbrado con luminarias tipo fluorescente y aire acondicionado verano / invierno, de un solo nivel.

II.1.4.4. Taller de mantenimiento

Edificio construido en cimentaciones a base de zapatas aisladas, columnas y trabes a base de estructura metálica, cubierta de techo y laterales con lamina acanalada, alumbrado con luminarias tipo fluorescente.

II.1.4.5. Estacionamiento.

Plancha de concreto colocada a nivel de pavimento el cual tiene mantenimiento de forma periódica.

La **Figura 2.2**, se presenta el esquema general del proceso hidrometalúrgico en la planta ESDE II, mientras que en el **Anexo 2.4**, se muestra a detalle el balance de materia en dicho proceso.

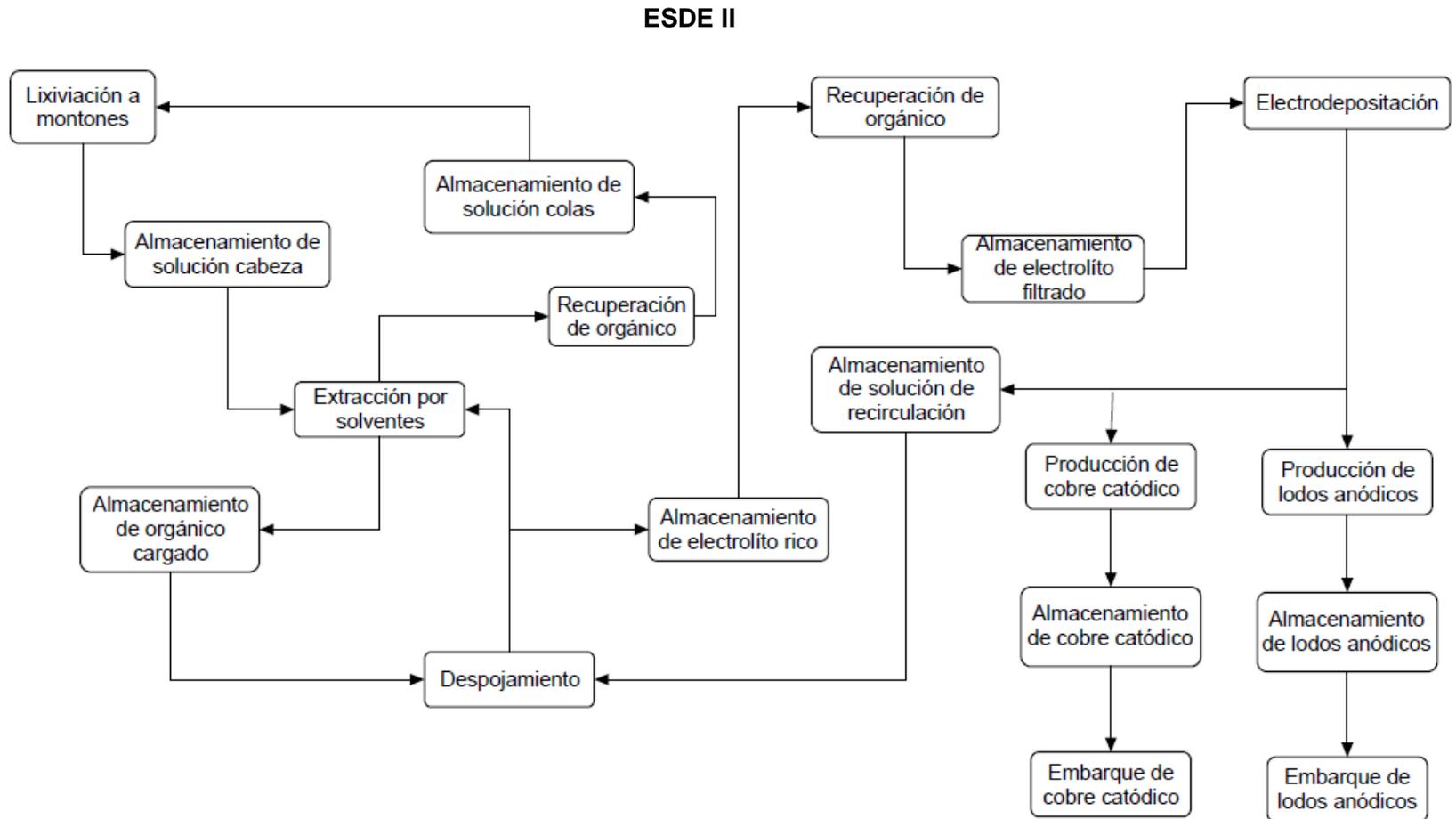


Figura 2.2 Diagrama de flujo del proceso de ESDE II.

II.2. Materias primas, productos y subproductos.

II.2.1. Solución rica en cobre

Aunque de manera convencional pudiera considerarse que las soluciones ricas en cobre provenientes del sistema de lixiviación no son una materia prima, sino un subproducto dentro del proceso total, en la planta esas soluciones son la fuente para obtener el producto final de cobre catódico.

II.2.2. Ácido Sulfúrico

Para controlar las impurezas, principalmente de hierro, en el electrolito de la planta de electrodeposición que afectan la eficiencia de corriente en las celdas y la calidad del producto, es necesario efectuar una purga semi permanente del electrólito que se envía al sistema de lixiviación. Por lo anterior, es necesario reponer en el electrólito el ácido que se pierde de la planta de electrodeposición.

II.2.3. Sulfato de Cobalto

Para proteger los ánodos de plomo en la planta de electrodeposición, se utiliza cobalto como aditivo en el electrolito en una concentración de 60 a 120 ppm. El cobalto se compra normalmente como cristales de sulfato de cobalto con contenido de 21% Co. Debido a la purga de electrolito mencionada en el punto anterior, se pierde cobalto hacia el sistema de lixiviación y que es necesario reponer para mantener la concentración adecuada.

II.2.4. Reactivo Extractante (Organcio Lix-622)

El cobre extraído de las soluciones por medio de un reactivo comercial producido por dos compañías internacionales, Henkel y Zeneca, El reactivo es básicamente una oxima con gravedad específica de 0.92, que se diluye normalmente a una concentración de 8% en Keroseno, dependiendo ese porcentaje del contenido de cobre en la solución. El reactivo se transporta desde los centros de producción hasta la planta en contenedores o en tanques especiales que son comunes en la industria.

II.2.5. Kerosina (Diluyente)

El reactivo extractante se diluye para formar la solución extractante, utilizando para este fin keroseno purificado con gravedad específica de 0.82 y un punto de inflamación de 52°C. El reactivo tiene una concentración del 8% y por lo tanto el diluyente (Keroseno) constituye el 92 %.

II.2.6. Diesel

Para la caldera que calentará el agua de lavado de cátodos se utilizan 2 L/in promedio de diesel.

II.2.7. Gasolina

Para los motores de los trenes montacargas.

II.2.8. Agua

En la planta ESDE II se cuenta con un tanque de almacenamiento para cubrir los requerimientos actuales y futuros. Esta es distribuida a partir de los tanque elevado con los que cuenta el complejo minero.

En el **Anexo 2.5** se muestran las hojas de seguridad de las sustancias utilizadas y mencionadas, mientras que en el **Cuadro 2.1**, se muestra el nombre de dichas sustancias y el manejo de cada una.

Cuadro 2.1. Almacenamiento y manejo de reactivos en planta ESDE II.

Nombre		Número CAS	Estado físico	Forma y característica almacenamiento	Capacidad de almacenamiento	
Comercial	Químico				Cantidad	Unidad de medida
Ácido Sulfúrico	H ₂ SO ₄	7664-93-9	Líquido	Tanques de almacenamiento 400-TKS-10 y 400-TKS-11 de acero al carbón	1977	M ³
Arcilla (Lupromin F-20X)	N/D	N/D	Sólido	Costales de 25 Kg	N/A	KG

Cuadro 2.1. Almacenamiento y manejo de reactivos en planta ESDE II.

Nombre		Número CAS	Estado físico	Forma y característica almacenamiento	Capacidad de almacenamiento	
Comercial	Químico				Cantidad	Unidad de medida
Desincrustante para calentadores (Nexguar)	N/D	N/D	Líquido	Contenedor Plástico de 220 L	200	L
Diésel	Diesel	N/D	Líquido	Tanques de almacenamiento de acero al carbón	107	M ³
Diluyente (ESCAID 110 y Orfom SX 80)	Mezcla de hidrocarburos líquidos	8008-20-6	Líquido	Tanque de almacenamiento 400-TKS-08 de acero al carbón	591012	KG
Extractante (LIX-622N y ACORGA-M5774)	Derivado de aldoxima y ketoxima	N/D	Líquido	Tanques de almacenamiento 400-TKS-15 de acero inoxidable	39446	L
Gasolina	Gasolina	8006-61-9	Líquido	Tanques de combustible unidades ligeras	225	L
Guar Líquido (P-312)	N/D	N/D	Líquido	Contenedor Plástico de 220 L, Tanque de almacenamiento 410-TKS-010	2000	L
Guar Sólido (Hydrostar)	N/D	N/D	Sólido	Costal con 50 lb, Tanques de almacenamiento 410-TKS-003 y 410-TKS-004	N/A	LB
Solución Cabeza (PLS) y Solución Refino (Colas)	H ₂ SO ₄ , CuSO ₄ , Fe ₂ (SO ₄) ₃	N/D	Líquido	Pileta de Cabeza y Pileta de Refino	6868	M ³
Solución Electrolito	H ₂ SO ₄ , CuSO ₄ , Fe ₂ (SO ₄) ₃	N/D	Líquido	Tanques de almacenamiento 400-TKS-001, 400-TKS-007, 400-TKS-012, 410-TKS-001	2009.46	M ³
Solución Orgánica	Mezcla de hidrocarburos líquidos	N/D	Líquido	Post-decantador de Orgánico Cargado 300-TKF-106, 300-TKF-206, 300-TKF-306, tanques recubiertos con	4793.53	M ³

Cuadro 2.1. Almacenamiento y manejo de reactivos en planta ESDE II.

Nombre		Número CAS	Estado físico	Forma y característica almacenamiento	Capacidad de almacenamiento	
Comercial	Químico				Cantidad	Unidad de medida
				fibra y decantadores de de acero inoxidable		
Sulfato de Cobalto en Solución	CoSO4•7H2O	10026-24-1	Líquido	Totes de 1 m ³ de capacidad	N/A	L
Sulfato de Cobalto en Cristales	CoSO4•7H2O	N/D	Sólido	Bolsa Plástica de 25 Kg, Tanque de almacenamiento 410-TKS-005	N/A	KG
Lodos anódicos	N/D	N/D	Sólido	Contenedor Plástico de 220 L	N/A	TBA
*Nota: los volúmenes de uso son debajo del 90% de su capacidad de almacenamiento por cuestiones de seguridad						

II.3. Selección del sitio

Al ser una planta construida y en operación desde hace más de 10 años, la selección del sitio del Proyecto se basó principalmente en criterios técnicos y económicos.

Los principales criterios técnicos considerados para la selección del sitio del Proyecto, es la actual operación de la planta en relación a los terreros de lixiviación de minerales de cobre, que son la fuente de la solución rica cargada con cobre soluble, así como con las demás plantas ESDE que operan para Buenavista del Cobre, el aprovechamiento de la infraestructura y la ampliación de las mismas que ya han sido autorizados previamente por SEMARNAT. Así mismo, se considera la disponibilidad de predios propiedad de la empresa Promovente.

Otro factor técnico-económico para la selección del sitio es la disponibilidad de terrenos propiedad de la empresa con accesos disponibles.

II.4. Ubicación física del Proyecto y planos de localización

El sitio del Proyecto comprende una superficie total **22.98 ha (229,800 m²)**. En el **Cuadro 2.2** y **Figura 2.3** se presentan las coordenadas métricas (UTM) de los vértices que delimitan el polígono envolvente del sitio del Proyecto, mientras que en el **Anexo 2.1** se presenta el plano topográfico con las coordenadas métricas de los vértices del polígono por obra y el correspondiente cuadro de construcción del Proyecto.

Cuadro 2.2. Coordenadas métricas (UTM) del sitio del Proyecto con una superficie de 22.98 ha

ID	X	Y
1	566198.71344300000	3424532.27576000000
2	566229.80313800000	3424607.96984000000
3	566458.41230000000	3424490.34056000000
4	566618.83487400000	3424440.14667000000
5	566743.32085300000	3424372.71138000000
6	566840.56513700000	3424299.40619000000
7	566782.55984700000	3424108.47173000000
8	566526.65388900000	3423966.97565000000
9	566462.26949900000	3423930.39205000000
10	566311.69292400000	3424294.29179000000
11	566175.20984700000	3424396.57818000000

El sitio en que se desarrollará el Proyecto se encuentra ubicado el municipio de Cananea, localizado al Norte del estado de Sonora. Su cabecera municipal es la población de la Heroica Ciudad de Cananea, que se localiza en el paralelo 30°58' de latitud Norte y 110°17' de longitud al Oeste del meridiano de Greenwich, a una altura de 1,654 msnm. El municipio de Cananea colinda al Norte con los Estados Unidos de Norteamérica, al Noroeste colinda con el municipio de Naco, al Sur con Arizpe, al Suroeste con Bacoachi, y al Oeste con Ímuris y Santa Cruz.

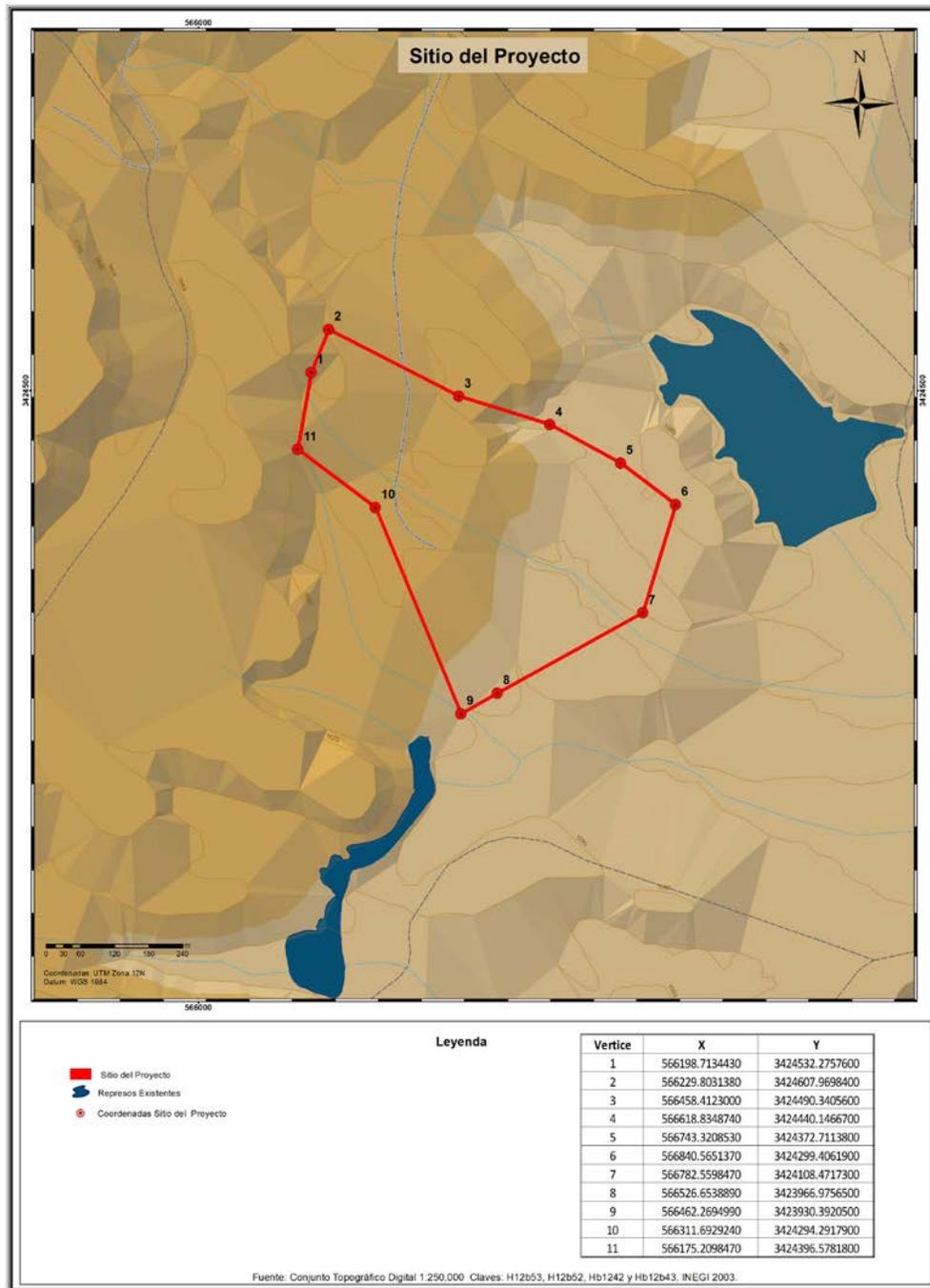


Figura 2.3 Ubicación y coordenadas UTM del polígono del sitio del Proyecto “ESDE II”, ubicado en el municipio de Cananea, estado de Sonora.

II.5. Vías de acceso

El acceso al sitio, partiendo de la ciudad de Hermosillo, capital del estado de Sonora, se toma a través de la Carretera Federal 15 dirección Hermosillo-Santa Ana, continuar por Santa Ana-Magdalena de Kino por aproximadamente 15 km, seguir por Magdalena de Kino-Imuris hasta tomar la Carretera Federal 2, Imuris-Cananea, por 81 km aproximadamente. Una vez en Cananea, se debe dirigir hacia las instalaciones del complejo minero-metalúrgico de Buenavista del Cobre. El acceso al sitio del Proyecto será a partir caminos internos en operación de la Promovente (**Figura 2.4**).

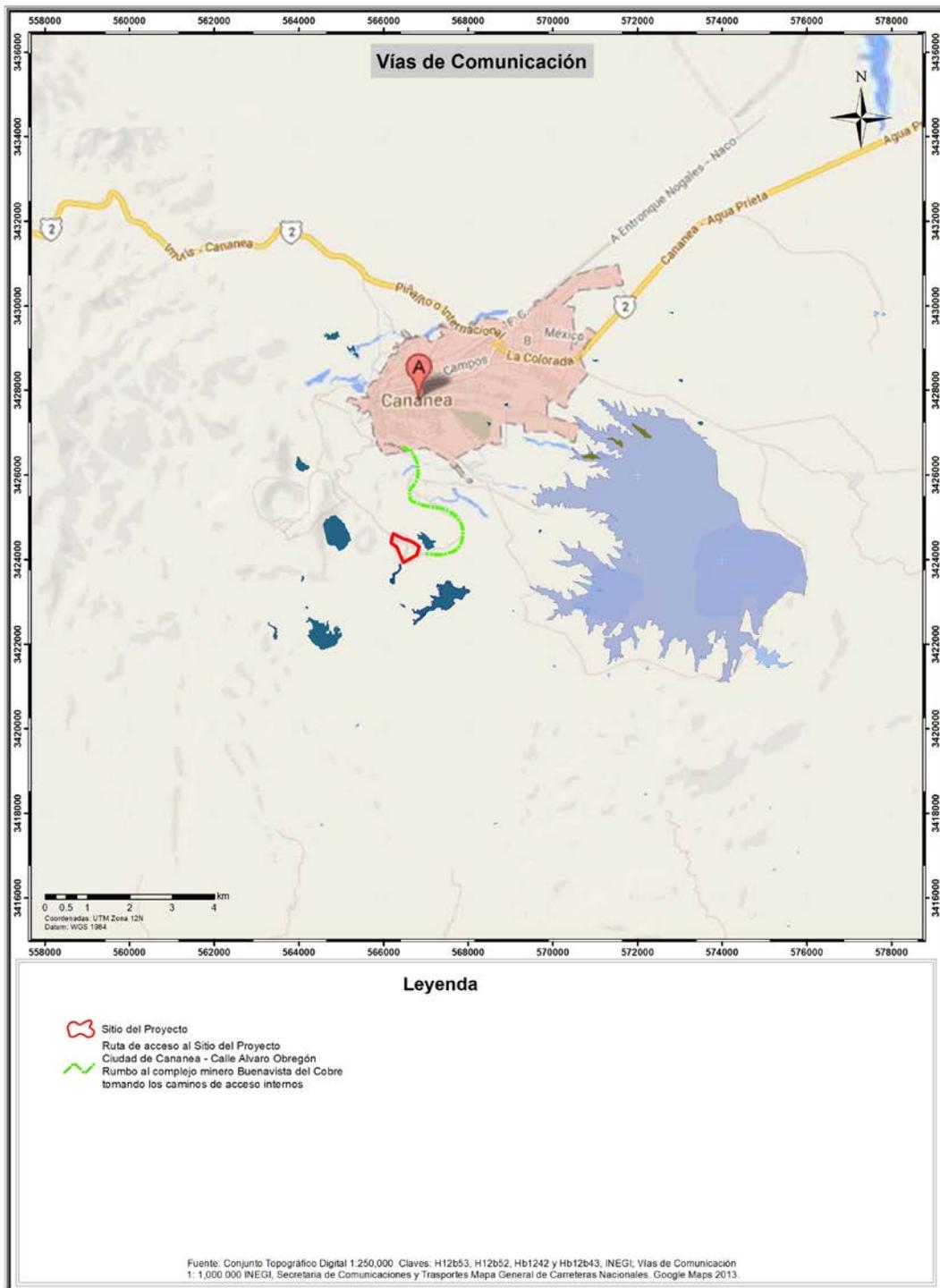


Figura 2.4 Vías de comunicación que permiten el acceso al sitio del Proyecto “ESDE II”, ubicado en el municipio de Cananea, estado de Sonora.

II.6. Dimensiones del Proyecto

II.6.1. Superficie total requerida

La superficie total utilizada para el desarrollo del Proyecto “ESDE II”, ubicado en el complejo minero de Buenavista del Cobre en el municipio de Cananea, estado de Sonora, es **22.98 ha (229,800 m²)**.

II.6.2. Superficie a afectar con respecto a la cobertura vegetal del Sitio del Proyecto

La superficie que comprende la presente solicitud de autorización en materia de impacto ambiental para el Proyecto “ESDE II” (**22.98 ha**), no incluye ya afectación de cobertura forestal y por tanto, tampoco representará un trámite de cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF), ya que este CUSTF fue ejecutado en tiempos históricos dado que la planta inicio operaciones en 1989, por lo que la cuantificación en esta superficie no se realizó cuantificando afectación de superficie de vegetación forestal.

II.7. Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del Proyecto y sus colindancias

Actualmente el predio tiene un uso de suelo industrial minero ya que se reitera que la planta ESDE II inició operaciones desde el año 1989, sin embargo el sitio esta delimitado por usos de suelo tipo agrícola, industrial y minero, que es sin duda ésta última, la principal actividad económica en la región. La empresa Buenavista del Cobre realiza el beneficio de una mineralización de sulfuros de cobre desde finales del siglo XIX, por lo que su uso de suelo es y ha sido, con vocación industrial minera. Desde entonces, por los beneficios económicos y el impulso de crecimiento que ha tenido la población de Cananea con las actividades mineras, su desarrollo y expansión se han integrado a los planes de desarrollo locales, creciendo de forma paralela, tanto la ciudad con sus asentamientos, como las actividades mineras. Es por ello que el uso actual del suelo “industrial” se ha incorporado en la planeación local del municipio y del estado, a través de las diferentes empresas que han

tenido la concesión minera y han sido propietarias de las instalaciones de la mina de Cananea.

A la fecha, la empresa Buenavista del Cobre, es la empresa responsable de la operación y desarrollo de un proyecto minero-metalúrgico integral que es congruente con los planes y programas de desarrollo vigentes. Sin embargo, por las condiciones de desarrollo actual de la industria minera en el país y por la demanda internacional de metales básicos, se pretende que las actividades de Buenavista del Cobre, continúen con su desarrollo y crecimiento en las siguientes décadas.

En el municipio de Cananea, no existen cuerpos de agua continentales, existiendo sólo los repesos que se han construido para el manejo de la solución preñada en las operaciones de lixiviación en terreros.

Es importante señalar que dentro del sitio del Proyecto no se encontraron zonas de reproducción o conservación de especies en protección (de acuerdo con la normativa vigente), así como tampoco áreas de distribución de especies frágiles y/o vulnerables de vida silvestre y de restauración del hábitat, ni zonas de aprovechamiento restringido o de veda forestal y de fauna, ni con ecosistemas frágiles. De igual manera, el sitio del Proyecto no presenta ninguna de las actividades siguientes: bancos de explotación clandestinos, áreas de cultivo, ganadería y/o almacenaje de agua para ganado.

Es importante mencionar que las Sierras Elenita y Mariquita, por su tipo de vegetación, diversidad y función ecológica como corredor biológico de fauna, representan una región importante para la preservación de la flora y fauna local, ya que ha sido propuesta como Área Natural Protegida de la región, sin embargo el gobierno federal no ha realizado las convocatorias necesarias para formalizar la propuesta a través de un decreto.

Otro uso de suelo cercano con el sitio del Proyecto, es el asentamiento humano más importante de la región, la ciudad y cabecera municipal de la H. Ciudad de Cananea. La creación de la ciudad, su historia y principales acontecimientos, como se mencionó, han estado ligados de forma estrecha con la minería y el beneficio del cobre.

En las áreas colindantes al sitio del Proyecto, la principal actividad es la actividad minero metalúrgica y escasas actividades agropecuarias asociadas a las áreas forestales, corresponden al pastoreo de ganado vacuno y caprino, aunque este no se desarrolla de forma extensiva.

Además, en la región, se identifica otro uso del suelo con la práctica de la ganadería de tipo extensiva, el aprovechamiento es de ganado vacuno, el cual pastorea sobre las grandes superficies de pastizales naturales e inducidos. Con esta actividad, grandes extensiones de bosque se han talado para dar paso a los pastizales inducidos, y el aprovechamiento de las planicies de pastizales naturales, siendo esta actividad la segunda en importancia en cuanto a ingresos económicos, en el municipio de Cananea, pero la más importante por la superficie ocupada.

Por otro lado, es importante mencionar que en el sitio del Proyecto y áreas colindantes, no existen cuerpos de agua y que existe un base rocosa en el subsuelo, lo que representa que la zona del proyecto no es zona de recarga de mantos freáticos.

II.8. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

La superficie donde se encuentra construida la planta ESDE II se encuentra urbanizada, ya que Buenavista del Cobre cuenta con todos los servicios dentro del complejo minero, como lo es el suministro de agua de pozos, energía eléctrica, separación y recolección de residuos y sistema de captación de aguas residuales, instalación de teléfonos e internet.

II.8.1. Agua

Para la etapa operativa el agua es un insumo necesario, el consumo de agua es abastecido para toda la parte operativa en un tanque de almacenamiento de 2,050 m³ de capacidad instalado en la planta ESDE II. El balance que se tiene del agua se presenta en la **Figura 2.5.**

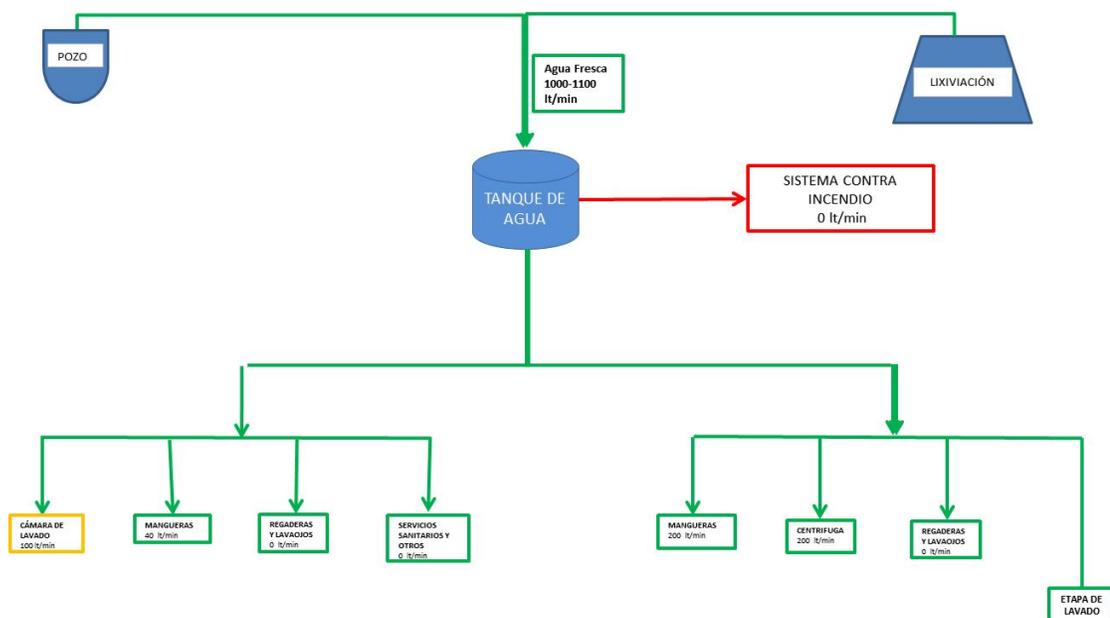


Figura 2.5 Balance de agua utilizada en la Planta ESDE II.

II.8.2. Energía eléctrica

La energía requerida para la operación de la planta ESDE II es abastecida por la subestación principal que tiene de una capacidad aproximada de 50 MVA y un Bus de 34.5 KV, alimentado por dos circuitos. De este Bus, de 34.5 KV, se alimentarán cuatro Transformadores/Rectificadores de una capacidad de 9 MVA cada uno y que alimentarán al edificio de celdas electrolíticas con una corriente máxima de 43 KA y 370 VDC. De este mismo Bus, de 34.5 KV, se alimentarán dos transformadores que a su vez alimentarán un Bus de 4.16 KV, del que se conectarán 6 bombas de alimentación a celdas electrolíticas y dos transformadores para el área de extracción por solventes y servicios. En caso de falla de la energía, se contará con una planta de emergencia que proporcionará energía a las celdas electrolíticas a través de un rectificador de polarización y para servicios de alumbrado.

II.8.3. Combustible

Como ya se mencionó anteriormente se utiliza diesel para la caldera que calienta el agua de lavado de cátodos. Se utilizan 2 L/in promedio de diesel. Así como también gasolina para los motores de los trenes montacargas.

II.8.4. Drenaje

La planta cuenta con un sistema de drenaje químico, el cual capta los efluentes generados en las áreas de almacenamiento. El drenaje sanitario conduce las descargas provenientes de los servicios, y finalmente al drenaje pluvial, recibe las descargas provenientes del lavado y de purgas. En general, durante el proceso las únicas aguas residuales son aquellas soluciones pobre (colas) las cuales fluyen por gravedad al represo el Cacahuate y retornan a la pila de colas.

II.8.5. Telefonía

La intercomunicación se efectúa a través de sistemas de radio y telefonía móvil e Internet.

II.8.6. Recolección de residuos sólidos

Para el adecuado manejo de los residuos sólidos urbanos que se generan por la actividad humana desarrollada, se cuenta con contenedores específicos por tipo de residuo generado. Los contenedores se ubican en puntos estratégicos dentro del sitio del Proyecto. Dichos residuos sólidos urbanos generados son recolectados y dispuestos de manera definitiva en el sitio establecido y diseñado dentro de la empresa como confinamiento controlado. Este procedimiento es conocido y autorizado por el H. Ayuntamiento de Cananea.

En cuanto a la recolección de residuos peligrosos generados, específicamente en las actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo, como aceites lubricantes usados, grasas, sólidos impregnados o que hayan estado en contacto, con algún material considerado como peligroso (telas, estopa, esponjas, madera, plásticos, contenedores metálicos y de plástico, cartón, filtros empaques y embalajes), etc., se colocan en contenedores rotulados, se almacenan de manera temporal por un período no mayor a seis meses, como lo marca el Artículo 106, Fracción VII, de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Posteriormente son entregados a una empresa autorizada por la SEMARNAT y subcontratada por la Promovente, para su disposición final.

Así mismo que se forman 5 toneladas aproximadamente de lodos anódicos, los cuales son revalorizados conforme al Plan de manejo de residuos establecido por la planta ESDE II. Adicionalmente, se generan 2 ánodos por mes debido a que cada ánodo contiene de 2 a 3 toneladas de plomo, estos son vendidos como residuo valorable.

II.9. Características particulares del Proyecto

El Proyecto corresponde a un proyecto en operación que permita la extracción y recuperación de cobre por el método de extracción por solventes y depositación electrolítica (ESDE). El proyecto consiste básicamente en la operación de dos áreas que ya se encuentran construidas y que albergan principalmente el edificio de extracción por solventes y el edificio de depositación electrolítica, así como las obras y actividades asociadas.

II.9.1. Programa general de trabajo

En el **Cuadro 2.9**, se presenta el cronograma para cada actividad mencionada por etapa. Las actividades operativas se llevaran a cabo del año 1 al año 40 y el resto (5 años) será requerido para la etapa de abandono del mismo. Por lo que se concluye que la vida útil del proyecto se considera de 45 años.

Cuadro 2.3. Cronograma de actividades involucradas en cada etapa del Proyecto "ESDE II", ubicado en el municipio de Cananea, estado de Sonora.

Etapa	Obras y Actividades		Años		
			1 a 40	41-45	
Operación- mantenimiento	Oficinas				
	Estacionamiento				
	Subestación Eléctrica y Transformadores				
	Laboratorio				
	Taller de mantenimiento				
	Almacén de aceites				
	Sumideros (1 y 2)				
	Áreas de descarga (Diesel y H2SO4)				
	Área de planta piloto				
	Tanques de almacenamiento de agua para servicios y proceso				
	Tanque para red contra incendios				
	Edificio	Extracción por solventes	Extracción de la solución de cobre (producto de lixiviación) con solución orgánica (keroseno y andoxina) en trenes de descarga.		
			Recuperación y almacenamiento de orgánico en asentadores (Trenes)		
			Despoje del cobre por una solución de Ácido Sulfúrico (H ₂ SO ₄).		
		Deposición Electrolítica	Bombeo y transporte del electrolito rico a electrodeposición		
			Deposición de cobre metálico en los cátodos.		
Lavado de cátodos con agua caliente para enviar la solución residual de sulfato de cobre a recirculación y limpieza de ánodos para recuperación de PbO.					
		Desferradora automática para almacenamiento y embarque			

Cuadro 2.3. Cronograma de actividades involucradas en cada etapa del Proyecto "ESDE II", ubicado en el municipio de Cananea, estado de Sonora.

Etapa	Obras y Actividades		Años	
			1 a 40	41-45
		de cobre catódico		
		Producción, almacenamiento y embarque de lodos anódicos		
Abandono del sitio	Desmantelamiento de obras permanentes y equipo			
	Retiro de maquinaria y equipos.			
	Limpieza del sitio.			
	Restauración y reforestación.			

II.9.2. Operación y mantenimiento

El proyecto consiste básicamente en la operación de dos áreas que ya se encuentran construidas y que albergan principalmente el edificio de extracción por solventes y el edificio de depositación electrolítica, así como las obras y actividades complementarias asociadas. El proceso se llevará a cabo durante 40 años.

II.9.3. Abandono del sitio

Las actividades de abandono del sitio para este tipo de Proyectos, se refiere al desmantelamiento de equipos y demolición de obras de concreto y plataformas, tratando de regresar a las condiciones anteriores al Proyecto. Se ejecutará un Programa de abandono el cual contara con todas las medidas de restitución necesarias como limpieza, restauración de suelo, retiro de infraestructura etc.

II.9.4. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos líquidos y emisiones a la atmósfera

Durante el proceso de electrodeposición en el área de cada de tanque se generan actualmente neblinas de ácido sulfúrico en la planta ESDE II. El control de los vapores ácidos se lleva a cabo a través de cama de polietileno flotante en forma de grageas en la superficie de las celdas (**Figura 2.6**), rejillas en la pared, ventiladores de extracción, sin embargo se implementara un sistema de control que minimice dichas neblinas. En el **Anexo 2.6** se muestran los resultados obtenidos de la evaluación de concentración de neblinas de ácido sulfúrico en ESDE I y ESDE II.



Figura 2.6 Control de los vapores ácidos a través de cama de polietileno flotante en forma de grageas

Los residuos sólidos urbanos generados, serán dispuestos en contenedores estratégicamente distribuidos dentro de las instalaciones de la planta ESDE II y colocados por los subcontratistas de la empresa Buenavista del Cobre, siguiendo los procedimientos establecidos dentro de la empresa para el manejo y disposición de estos residuos.

En cuanto a los residuos peligrosos, es posible que estos se generen a partir del mantenimiento correctivo de la maquinaria in situ, por tal motivo se prevé que esto se realice con los cuidados y técnicas especializadas para no generar impactos al suelo natural por contaminación de aceites y/o grasas. En caso que esto ocurra es importante señalar que el mantenimiento en todo momento se realizará por empresa especializada externa al Promovente y al Proyecto, encargándose del buen manejo de la generación de los mismos, colocando para ello contenedores específicos para su disposición temporal. Se almacenarán los residuos peligrosos generados de manera temporal por un periodo no mayor a seis meses como lo marca el Artículo 106, Fracción VII, de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, en el Almacén temporal de Residuos Peligrosos ubicado

Capítulo II Página 36 de 38

dentro de la Planta Buenavista del Cobre, S.A. de C.V. Se llevará una bitácora para control de los residuos de este tipo. Dichos residuos serán entregados a una empresa autorizada por la SEMARNAT y subcontratada por la Promovente, para su disposición final.

Para los residuos de manejo especial generados por la obra (madera, alambre, varilla, chatarra, fierro, llantas, otros), estos serán separados y el responsable de la obra los enviará a un sitio destinado como acopio temporal dentro de la empresa Buenavista del Cobre, de donde serán retirados por una empresa autorizada, prestadora de servicios, para su transporte y disposición final.

Las principales fuentes de emisión a la atmósfera serán de la maquinaria y tránsito de vehículos en todas las etapas, como producto de la combustión propia de los vehículos automotores tipo diesel y gasolina. Su afectación se considera puntual y poco significativa por el movimiento de vehículos, sin afectar poblaciones humanas y mitigadas por el riego de caminos con agua recuperada y el uso de supresores de polvo, así como a través de la afinación y mantenimiento de las unidades que se utilicen. Estas emisiones serán partículas en un rango de 1 a 100 micras.

Los gases contaminantes emitidos con la operación de la maquinaria y tránsito de vehículos serán los siguientes: monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NOx) y bióxido de azufre (SO₂). Todos estos gases generados por la combustión realizada por la operación y mantenimiento de la maquinaria (fuentes de combustión móvil y estacionaria). Sin embargo, como medida de control de las fuentes móviles, existen programas de control de emisiones vehiculares, mismas que se aplicarán a todos los vehículos en el sitio del Proyecto, de acuerdo a su Programa de mantenimiento establecido.

Por la distancia de los asentamientos humanos de la Ciudad de Cananea, con respecto de los sitios de emisión de ruido por el Proyecto, se estima que no existirá afectación a los ciudadanos y habitantes de la H. Ciudad de Cananea.

Con respecto de los puntos de mayor concentración de personal, dentro de las instalaciones del Proyecto y por estudios de ruido realizados con anterioridad, se confirma que los niveles de ruido que podrían generar, serán menores a los límites permisibles de la

norma. Los operadores de la maquinaria y supervisores usarán equipo de control de emisiones de ruido (auditivo personal), con el objeto de evitar posibles daños.

Por las actividades propias de la etapa de preparación del sitio, no se generarán aguas residuales de obra, las aguas residuales de sanitarios portátiles que se colocarán en el sitio del Proyecto, serán manejados para su disposición final a través de una empresa prestadora de este servicio que cuenta con las autorizaciones correspondientes. Se usarán sanitarios portátiles para los trabajadores a razón de uno por cada 15 trabajadores, durante toda la etapa de preparación del sitio y construcción. Los sanitarios portátiles serán colocados en sitios que no afecten o detengan el avance de obra.

Para el manejo de aguas residuales, se instalarán letrinas portátiles como sanitarios, las aguas negras serán recolectadas y transportadas por una empresa autorizada para su disposición final.

II.9.5. II.2.3. Infraestructura para el manejo y disposición de los residuos

El manejo que se le dará a residuos generados durante las diferentes etapas del Proyecto se presenta de manera resumida en el **Cuadro 2.4**.

Cuadro 2.4. Relación de residuos generados por el Proyecto, con su respectivo almacenamiento y disposición final

Clasificación del residuo	Tipo de residuo	Fuente de generación del residuo	Almacenamiento/disposición
Residuos sólidos municipales	Residuos sólidos	Resultado de la basura generada por las actividades humanas.	Se trasladará al sitio diseñado y establecido dentro de la empresa bajo un tipo de confinamiento controlado autorizado.
Residuos peligrosos	Aceites, grasas, filtros de aceite y gasolina gastados, así como estopas impregnadas	Resultado del mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria en operación.	El manejo, transporte y disposición de los residuos será a través de empresas especializadas subcontratadas por el Promovente y autorizadas para dicha actividad por las autoridades ambientales; de igual manera, en el caso de la realización del mantenimiento del equipo automotor.

II.9.6. Otras fuentes de daños

El Proyecto tiene el potencial de modificar los cauces naturales de los arroyos intermitentes que cruzan el trazo del camino, sin embargo serán construidas obras de drenaje que permitan mantener el cauce natural por medio de alcantarillas y tuberías que conducirán los escurrimientos a través del camino.

CAPÍTULO III

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Modalidad Particular del Proyecto "ESDE II" ubicado en el municipio de Cananea, Sonora.



ÍNDICE DE CONTENIDO

III.	VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO	5
III.1.	Análisis de Instrumentos de planeación y de regulación del uso del suelo	5
III.1.1.	Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)	5
III.1.2.	Plan de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado.	11
III.1.3.	Plan Estatal de Desarrollo (PED)	12
III.1.4.	Planes Municipales de Desarrollo Urbano o en su caso, del Centro de Población	16
III.2.	Regiones prioritarias de la CONABIO	17
III.2.1.	Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)	18
III.2.2.	Regiones Terrestres Prioritarias	20
III.2.2.1.	Región Terrestre Prioritaria RTP 41 Cananea-San Pedro	20
III.2.3.	Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)	23
III.2.4.	Sitios Prioritarios Terrestres	25
III.3.	Áreas Naturales Protegidas (ANP)	27
III.3.1.	Áreas Naturales Protegidas Federales (ANP)	27
III.3.2.	Áreas Naturales Protegidas Estatales	30
III.4.	Análisis de instrumentos jurídicos y normativos	32
III.4.1.	Constitución Política de los Estados Unidos	32
III.4.2.	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento	37
III.4.2.1.	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)	37
III.4.2.2.	Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental	41
III.4.3.	Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento	42
III.4.3.1.	Ley de Aguas Nacionales	42
III.4.3.2.	Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales	44
III.4.4.	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento	44

III.4.6.1. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.....	44
III.4.6.2. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.....	45
III.5. Programas de recuperación y restablecimiento de las zonas de restauración ecológica.....	46
III.6. Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Sonora.....	46
III.7. Normas Oficiales Mexicanas	46

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1.	Estrategias Ecológicas establecidas para la Unidad Ambiental Biofísica 09 “Sierras y Valles del Norte” por el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (Diario Oficial de la Federación, 7 de septiembre de 2012).....	9
Cuadro 3.2.	Disposiciones de la LGEEPA y la vinculación con el Proyecto “ESDE II”, ubicado en el municipio de Cananea, estado de Sonora.	39
Cuadro 3.3.	Disposiciones del Reglamento de la LGEEPA y la vinculación con el Proyecto “ESDE II”, ubicado en el municipio de Cananea, Sonora.	42
Cuadro 3.4.	Vinculación de la Ley de Aguas Nacionales con el Proyecto “ESDE II”.	43
Cuadro 3.5.	Vinculación del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales con el Proyecto “ESDE II”, a ubicarse en el municipio de Cananea, Sonora	44
Cuadro 3.6.	Vinculación de las Leyes, Normas, Bando de Policía y Gobierno, entre otros Instrumentos, con el Proyecto denominado “ESDE II”, ubicado en el municipio de Cananea, Sonora.	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Ubicación del Sitio del Proyecto “ESDE II”, con relación a la zonificación establecida por el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.	8
Figura 3.2. Alineación del PED 2016-2021 al PND 2013-2018.	12
Figura 3.3. Ubicación de las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), con relación al sitio del Proyecto. 19	
Figura 3.4. Ubicación de la Región Terrestre Prioritaria RTP 41 Cananea-San Pedro con relación al sitio del Proyecto.	22
Figura 3.5. Ubicación del sitio del Proyecto, con relación a la ubicación del AICA 126 Sistema de Sierras de la Sierra Madre Occidental.	24
Figura 3.6. Ubicación del sitio del Proyecto, con relación a la ubicación de los Sitios Prioritarios Terrestres (SPT).	26
Figura 3.7. Ubicación del sitio del Proyecto, con relación a la ubicación de las Áreas Naturales Protegidas Federales.	29
Figura 3.8. Ubicación del sitio del Proyecto, con relación a la ubicación de las Áreas Naturales Protegidas Estatales.	31

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

En el presente Capítulo se analiza la concordancia entre el Proyecto “ESDE II” y los diferentes instrumentos aplicables en materia de planeación, de regulación de usos de suelo, legales y normativos. Como producto del análisis se presentan los componentes y elementos ambientales que resultan relevantes para asegurar la sustentabilidad del Proyecto, así como los elementos y componentes ambientales relacionados con el proyecto que se encuentran sujetos por la normatividad vigente.

III.1. Análisis de Instrumentos de planeación y de regulación del uso del suelo

III.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

A partir del 07 de septiembre de 2012, fecha en que fue publicado en el Diario Oficial de la Federación, México cuenta con un Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), que es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional, vinculando las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales en el marco de Sistema Nacional de Planeación Democrática. Por definición, el ordenamiento ecológico es el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

El objetivo del POEGT es *“llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Asimismo, tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los*

recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF”.

El POEGT está integrado por una **regionalización ecológica** (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y por los **lineamientos y estrategias ecológicas** para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a la regionalización.

A partir de la regionalización ecológica, se diferenciaron 145 **Unidades Ambientales Biofísicas** (UAB), que favorecen la toma de decisiones sobre la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos humanos en el territorio, así como fomentan el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales.

Asimismo, en el POEGT se establecen 10 lineamientos ecológicos y 44 estrategias ecológicas, las cuales han sido clasificadas en función de si están dirigidas a la preservación; a la protección de los recursos naturales; a la restauración; al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y de servicios; al mejoramiento del Sistema Social e infraestructura urbana; y al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

En el caso del sitio del Proyecto aquí evaluado, está inmerso dentro de la **UAB 09**, denominada “**Sierras y Valles del Norte**”, con una extensión de 42,685.87 km² dentro de la **Región Ecológica 12.30 (Figura 3.1)**. De acuerdo al POEGT, esta UAB 09 se caracteriza actualmente por presentar un Escenario Contextual de estado del Medio Ambiente como medianamente estable, con conflicto sectorial bajo; no presenta superficie de Áreas Naturales Protegidas (ANPs); presenta media degradación de los suelos y baja degradación de la vegetación, así como muy alta degradación por desertificación. La modificación

antropogénica es 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. 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.

Asimismo, el POEGT ha establecido para la UAB 09 como rector del desarrollo la Minería y la preservación de flora y fauna, coadyuvantes del desarrollo Forestal y asociados del desarrollo de Ganadería

La política ambiental de la UAB 09, debe estar dirigida al Aprovechamiento Sustentable, siendo clasificada con un Nivel de Atención Prioritaria como muy baja. En el escenario contextual del estado del medio ambiente, se considera como medianamente estable e inestable para el 2033 si no se establecen las políticas y lineamientos basados en las estrategias enunciadas en el **Cuadro 3.1**. En el POEGT se enumeran las acciones propuestas para cada una de las estrategias citadas.

La descripción biótica y abiótica del sitio del Proyecto, coincide con lo descrito para la UAB 09 citada por el POEGT. Asimismo, las propuestas y medidas de mitigación propuestas para el Proyecto, están alineadas con las estrategias referidas para esta UAB en lo que se refiere a la sustentabilidad ambiental del territorio (Grupo I) del **Cuadro 3.1**. Por otra parte, el objetivo del Proyecto está alineado con las estrategias de Desarrollo Social referidas.

Cuadro 3.1. Estrategias Ecológicas establecidas para la Unidad Ambiental Biofísica 09 “Sierras y Valles del Norte” por el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (Diario Oficial de la Federación, 7 de septiembre de 2012).

Grupo	Estrategia
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
A) Preservación	1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.
B) Aprovechamiento Sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales.
C) Protección de los recursos naturales	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). 18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos. 19. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero.

Cuadro 3.1. Estrategias Ecológicas establecidas para la Unidad Ambiental Biofísica 09 “Sierras y Valles del Norte” por el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (Diario Oficial de la Federación, 7 de septiembre de 2012).

Grupo	Estrategia
	<p>20. Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.</p>
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
A) Suelo Urbano y Vivienda.	<p>24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.</p>
B) Zonas de Riesgo y prevención de contingencias	<p>25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.</p>
	<p>26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.</p>
C) Agua y Saneamiento	<p>27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.</p>
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	<p>31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.</p>
	<p>32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.</p>
E) Desarrollo Social	<p>35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.</p>
	<p>37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.</p>
	<p>38. Promover la asistencia y permanencia escolar entre la población más pobre. Fomentar el desarrollo de capacidades para el acceso a mejores fuentes de ingreso.</p>
	<p>39. Incentivar el uso de servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.</p>

Cuadro 3.1. Estrategias Ecológicas establecidas para la Unidad Ambiental Biofísica 09 “Sierras y Valles del Norte” por el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (Diario Oficial de la Federación, 7 de septiembre de 2012).

Grupo	Estrategia
	<p>40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.</p>
	<p>41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.</p>
<p>Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional</p>	
<p>A) Marco jurídico</p>	<p>42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.</p>
<p>B) Planeación del Ordenamiento Territorial</p>	<p>43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.</p>
	<p>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.</p>

III.1.2. Plan de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado.

El Plan de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora (POETSON) fue propuesto por la Secretaría de Infraestructura Urbana y Ecología (SIUE) del Gobierno del Estado de Sonora y elaborado en 1996 por el Centro de Investigación y Desarrollo Ecológico de Sonora (CIDESON) hoy Instituto del Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable en el Estado de Sonora (IMADES); presentado ante el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) para su revisión, aceptación y decreto. A la fecha no cuenta con decreto respectivo y su estado permanece en la categoría de revisión, por lo que el Proyecto se rige a nivel de ordenamiento ecológico por el Programa Nacional (POEGT) arriba citado.

III.1.3. Plan Estatal de Desarrollo (PED)

Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021

El Plan Estatal de Desarrollo 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 (**Figura 3.2**).



Figura 3.2. Alineación del PED 2016-2021 al PND 2013-2018.

Los ejes estratégicos que rigen el PED son:

1. Eje Estratégico 1. Sonora en Paz y Tranquilidad; “Gobierno garante del estado de derecho, la seguridad y la paz social.
2. Ejes Estratégico 2. Sonora y Ciudades con calidad de vida, “Gobierno generador de la infraestructura para la calidad de vida y competitividad sostenible y sustentable”.

3. Ejes Estratégico 3. Economía y futuro; “Gobierno impulsor de las potencialidades regionales y sectores emergentes”.
4. Ejes Estratégico 4. Todos los sonorenses todas las oportunidades; “Gobierno promotor del desarrollo y equilibrio social”.
5. Ejes Transversales. i) Eje Transversal I. “Gobierno eficiente, innovador, transparente y con sensibilidad social”, ii) Eje Transversal II. “Gobierno promotor de los derechos humanos y la igualdad del género.

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

Eje Estratégico 1.

Reto 10. FOMENTAR UNA POLÍTICA INTEGRAL QUE GARANTICE LA SEGURIDAD LABORAL.

Estrategia 10.1. Promover la estabilidad, el empleo formal y el autoempleo vinculando la fuerza laboral con los sectores productivos en el estado e impulsar la capacitación de las y los trabajadores para incrementar la eficiencia y productividad.

Líneas de acción.

10.1.5. Fomentar el cumplimiento de la normatividad laboral en seguridad, salud y condiciones generales de trabajo

Estrategia 10.2 Proporcionar ambiente laborales seguros y bajo condiciones adecuadas para incrementar la productividad y disminuir los accidentes y trabajo.

Líneas de acción.

10.2.1. Impulsar la mejora de las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.

Eje Estratégico 1.

Reto 8. IMPULSO AL ABASTECIMIENTO Y CALIDAD DEL AGUA

Estrategia 8.3 Distribuir el agua de manera eficiente y equitativa entre los diferentes usos y usuarios, con un enfoque en la competitividad de las regiones y ciudades.

Líneas de acción.

8.3.3. Promover prácticas de uso eficiente del agua en todos los sectores, así como la innovación y la tecnología en la disminución del consumo.

Eje Estratégico II.

Reto 12. FOMENTAR LA MEJORA DE LA GESTIÓN AMBIENTAL

Estrategia 12.1 Fomentar el sistema de monitoreo estatal, la normatividad y los vínculos con los municipios, en zonas urbanas y rurales, para la atención de diversas demandas.

Líneas de acción.

12.1.2 Generar, en coordinación con los municipios, un sistema de planificación ambiental basado en parámetros ambientales confiables, que permita generar estrategias conjuntas para mejorar la calidad del aire, agua, manejo de residuos sólidos, ampliación de áreas verdes, entre otros.

Estrategia 13.5 Abatir rezagos y mejorar la calidad de los servicios e infraestructura básica, a través de procesos claro de asignación y nuevos esquemas de financiamiento y participación, que propicien la competitividad de los municipios y las regiones.

Líneas de acción.

13.6.1. Promover que se incluyan materiales, técnicas y mejores prácticas en los procesos de construcción de infraestructura, orientadas a atenuar los efectos del cambio climático en las infraestructuras de nuestro estado.

Reto 14. CONSERVAR Y PROTEGER LA RIQUEZA NATURAL DE SONORA

Estrategia 124.1 Formulara la política ambiental en materia de uso, conservación y manejo de la biodiversidad acuática y terrestre del estado de Sonora.

14.1.6. Dar seguimiento y evaluar los impactos mediante su medición, con indicadores tanto cuantitativos como cualitativos.

Eje Estratégico III.

Reto 4. CONSOLIDAD EL LIDERAZGO DEL SECTOR MINERO DEL ESTADO DE SONORA.

Estrategia 4.1

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

Líneas de acción.

4.1.2 Promover la diversificación en la exploración y aprovechamiento de minerales, con énfasis en los de interés industrial.

Estrategia 4.7

Vigilar que se cumpla la normatividad institucional para el sector y mejorara los procesos de atención a trámites relacionados con las concesiones mineras.

Líneas de acción.

4.7.2 Generar y ejecutar procedimientos de revisión continua de la aplicación de la normativa minera.

Estrategia 4.8 Promover y fortalecer el desarrollo sustentable en las regiones directamente impactas por la actividad minera.

Líneas de acción.

4.8.2 Promover las buenas prácticas en materia de proceso minero, protección ambiental y seguridad laboral en las empresas mineras.

La vinculación del Proyecto con este Plan Estatal de Desarrollo es que pretende ser un detonador del crecimiento económico de la región, mejorando la calidad de vida de los trabajadores, al contar con una unidad minera que trabaja de manera ordenada con la infraestructura adecuada de alto nivel y a su vez generará fuentes de empleo y riqueza en la zona, así como la implementación de programas de vigilancia que aseguren el adecuado cumplimiento con la normatividad vigente y por lo tanto el cuidado a la salud y el medio ambiente.

III.1.4. Planes Municipales de Desarrollo Urbano o en su caso, del Centro de Población

Plan Municipal de Desarrollo 2016-2018 de Cananea

Para la elaboración del Plan Municipal de Desarrollo 2016-2018, se realizó un extenso análisis dentro de la administración municipal y la situación actual en la que se encuentra el municipio, para detectar los principales problemas y áreas de oportunidad, para diseñar sus ejes rectores y crear estrategias para atacar esta problemática durante los próximos tres años

El PMD de Cananea se establece consolidarse como un gobierno que tiene la misión de administrar los recursos asignados de ámbito federal, estatal y los captados por servicios que se ofrecen a la comunidad de una manera eficaz y transparente, implementando la calidad en las gestiones que se realicen, donde la democracia y la equidad forman parte fundamental del ayuntamiento. Utilizando una mejora continua en todos los servicios y procesos con el objetivo de lograr un óptimo desarrollo en el municipio.

El PMD de Cananea tiene como objetivo general dar a conocer los principales ejes rectores, así mismo las líneas de acción que se llevaran a cabo durante los próximos tres años; así como las políticas generales que regirán en la presente administración 2016-2018, sirve para establecer el plan de trabajo que realizara la administración actual, así mismo este

documento es de orden público, y con acceso a la comunidad para consultar la gestión y líneas de acción del gobierno municipal actual.

Los ejes rectores que conforman la estructura de acciones del PMD son:

- I. Cananea Infraestructura y Desarrollo Urbano
- II. Cananea Desarrollo Económico Sustentable
- III. Cananea Salud para todos
- IV. Cananea Perspectiva de Género y Cultura Social
- V. Cananea Preventivo y Seguro
- VI. Cananea Educado para Crecer
- VII. Cananea Fomentando el Deporte
- VIII. Cananea Impulsor de Turismo

En todo momento, la empresa Buenavista del Cobre S.A. de C.V., busca estar acorde a lo establecido en el Plan Municipal de Desarrollo 2016-2018, considerando los ejes que lo rigen como parte fundamental de su desarrollo como la generación de empleos sustentables, por ejemplo, así como también crear espacios de oportunidad laboral con equidad de género, establecer campañas de concientización y a su vez coadyuvar para la realización de gestiones para convertir a Cananea en un municipio con oportunidades de desarrollo.

III.2. Regiones prioritarias de la CONABIO

La CONABIO ha definido varios tipos de regiones prioritarias que resultan determinantes para el mantenimiento de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades humanas. En este sentido se presentan aquellas que guardan cierta relación geográfica con el Proyecto en cuestión, es decir: [i] Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP); [ii] Regiones

Terrestres Prioritarias (RTP); [iii] Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) y; [iv] Sitios Prioritarios Terrestres.

III.2.1. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

La identificación y validación por consenso de las Regiones Hidrológicas Prioritarias, se realizó en función de su biodiversidad, entendiéndose por ésta a la variabilidad de organismos de cualquier fuente, incluidos, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende también, la diversidad dentro de cada especie y entre las especies. La unidad de análisis utilizada en este estudio es la cuenca hidrológica (superficie del terreno cuya topografía u geología hacen que el agua drene a un punto común), definida como el área mínima indispensable de delimitación natural para instrumentar una aproximación ecosistémica en el análisis, planeación, manejo y uso sustentable de los recursos hidrológicos epicontinentales (Arriaga, 2000).

Es así como surge la necesidad de revisar el estatus de la información sobre la diversidad y el valor biológico de las cuencas hidrológicas, además de evaluar las amenazas directas e indirectas sobre los recursos y el potencial para su conservación y manejo adecuado.

Para el caso que nos compete, se afirma que cercanas al área del Proyecto se identificaron dos Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP): [i] la Región Hidrológica Prioritaria RHP 12 Subcuenca del Río Asunción; y [ii] la Región Hidrológica Prioritaria RHP 13 Subcuencas del Río San Pedro y Río Santa Cruz. Sin embargo, el polígono del Proyecto no tiene influencia en ninguna de estas dos RHP, (**Figura 3.3**), pues el área que contempla el Proyecto para desarrollar las diferentes obras, no se encuentra dentro de estas regiones hidrológicas.

Sin embargo, para la etapa en donde sea necesario la utilización del recurso se favorecerá hasta donde sea posible el uso de agua recuperada del depósito de jales que opera actualmente la empresa, así como la ejecución de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas en la presente MIA-P (descritas en el Capítulo VI).

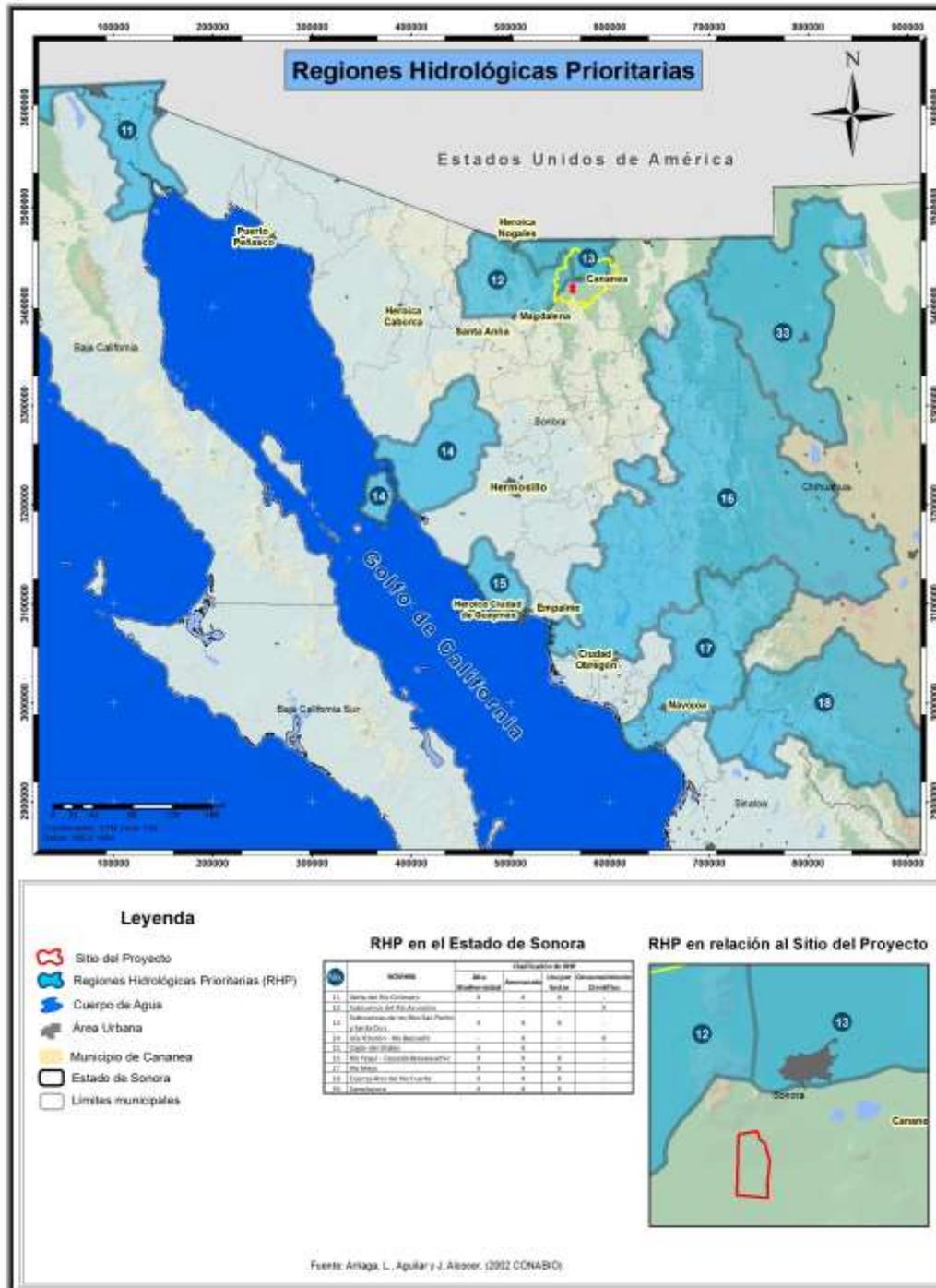


Figura 3.3. Ubicación de las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), con relación al sitio del Proyecto.

III.2.2. Regiones Terrestres Prioritarias

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), son unidades territoriales estables desde el punto de vista ambiental, que destacan por su riqueza ecosistémica, específica y endémica, comparativamente mayor que en el resto del país, así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación (Arriaga *et al.*, 2000).

En el estado de Sonora se distribuyen diecinueve RTPs, de las cuales el sitio del Proyecto, se encuentra inmerso en la RTP 41 Cananea–San Pedro (**Figura 3.4**), de la cual se describen a continuación sus características generales, tal como lo reporta la CONABIO.

III.2.2.1. Región Terrestre Prioritaria RTP 41 Cananea-San Pedro

La RTP 41 Cananea-San Pedro, se encuentra dentro del estado de Sonora, abarcando una extensión de 3,325 km² (valor para la conservación 3, mayor a 1,000 km²), de los municipios de Arizpe, Bacoachi, Cananea, Naco y Santa Cruz. Sus coordenadas extremas son: Latitud N: 30°37'12" a 31°19'48"; Longitud W: 109°48'36" a 110°37'12'.

La RTP 41 fue delimitada bajo un criterio altimétrico, siguiendo las cotas 1,400 y 1,200 msnm, tiene predominio de pastizal natural, que al buscar protegerlo se determinó tomar como criterio el límite con el matorral desértico micrófilo, presente a partir de la cuenca del río El Cuervo hacia el Este del matorral. Como límite occidental, se tomó la cota 1,400 msnm en la margen Este del río Santa Cruz, considerando como núcleo de la RTP a la cuenca del río San Pedro y la parte alta del río Sonora. Al Sureste, el límite de la región correspondió al de la RTP 42 Sierra Los Ajos, Buenos Aires y La Púrica.

Entre las características generales de esta RTP destaca su definición como prioritaria en función de los pastizales, que presentan una mezcla de elementos tanto de los desiertos chihuahuense y sonoreense, como de las zonas montañosas de Arizona y la Sierra Madre Occidental. La diversidad y el endemismo son bajos, pero se encuentran muchas especies sujetas a régimen de protección, tales como *Lampropeltis pyromelana* y *Crotalus willardii*, además de especies clave como el puma y el lince.

En las sierras El Chivato, La Mariquita, El Manzanal y San José se presenta bosque de encino, mientras que en el resto de la RTP, se tiene predominio de pastizal natural. En la Sierra La Mariquita se presenta como fenómeno estacional una concentración de catarinas. Al Sureste, el límite de la región corresponde al de la RTP Sierra Los Ajos-Buenos Aires-La Púrica.

Unidades de suelo y porcentaje de superficie. 100% Regosol éútrico RGe (Clasificación FAO-UNESCO, 1989). Se trata de suelo procedente de materiales no consolidados, con una susceptibilidad a la erosión de moderada alta; posee un único horizonte A claro, con muy poco carbono orgánico, demasiado delgado y duro y macizo a la vez cuando se seca y no tiene propiedades sálicas. El subtipo éútrico tiene un grado de saturación de 50% o más en los 20-50 cm superficiales y sin presencia significativa de carbonato de calcio.

La problemática ambiental registrada en la RTP 41 refiere fundamentalmente a sobrepastoreo en los pastizales, contaminación de los arroyos por aguas negras y desechos de las minas de Cananea.

En relación a lo anterior, en cualquiera de sus etapas el Proyecto no afectará a la RTP 41, sin embargo se tomó a consideración el desglose de su ficha técnica así como su problemática, integrándose en el análisis y evaluación del presente Proyecto.

III.2.3. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)

En la República Mexicana existen un total de 263 AICAS (Benítez *et al.*, 1999; Del Coro Arizmendi y Márquez Valdelamar (eds.), 2000), de las cuales trece se encuentran en el estado de Sonora. De éstas, el sitio del Proyecto, se ubica dentro de una de las áreas más grandes, el AICA No. 126, Sistema de Sierras de la Sierra Madre Occidental (**Figura 3.5**). El AICA No. 126 se localiza totalmente en el estado de Sonora, cubriendo una superficie de 2'289,950.48 ha, lo que representa el 12.76% de la superficie total del Estado.

Se trata de un conjunto de Sierras de diferente tamaño que necesitan estar conectadas, creando un corredor importante y un puente entre las zonas consideradas AICAS del Sur de las sierras y con las islas del Norte en las Chiricahuas, Arizona (Sky Islands). Este complejo de islas son peldaños entre sierras de mayor longitud que permiten que haya un flujo continuo de fauna. Es a través de las islas del Norte que algunas especies como *Pachyramphus aglaiae* y *Euptilotis neoxenus*, entre otras, llegan hasta las pequeñas sierritas en Arizona.

El AICA No. 126, abarca una superficie superior al Municipio de Cananea, la región es muy amplia y el Proyecto de interés se ubica dentro de instalaciones totalmente urbanizadas, con tráfico vehicular importante y presencia humana las 24 horas del día, por lo que la presencia de aves en campo se detectó relativamente baja; fuera del predio de la empresa y lejos de la zona urbana, es posible observar ejemplares típicos de la región y con mayor abundancia.

Sin embargo las características de la AICA No. 126 y con relación a lo observado dentro del sitio del Proyecto se tomó a consideración para el análisis y evaluación realizados en los capítulos siguientes.

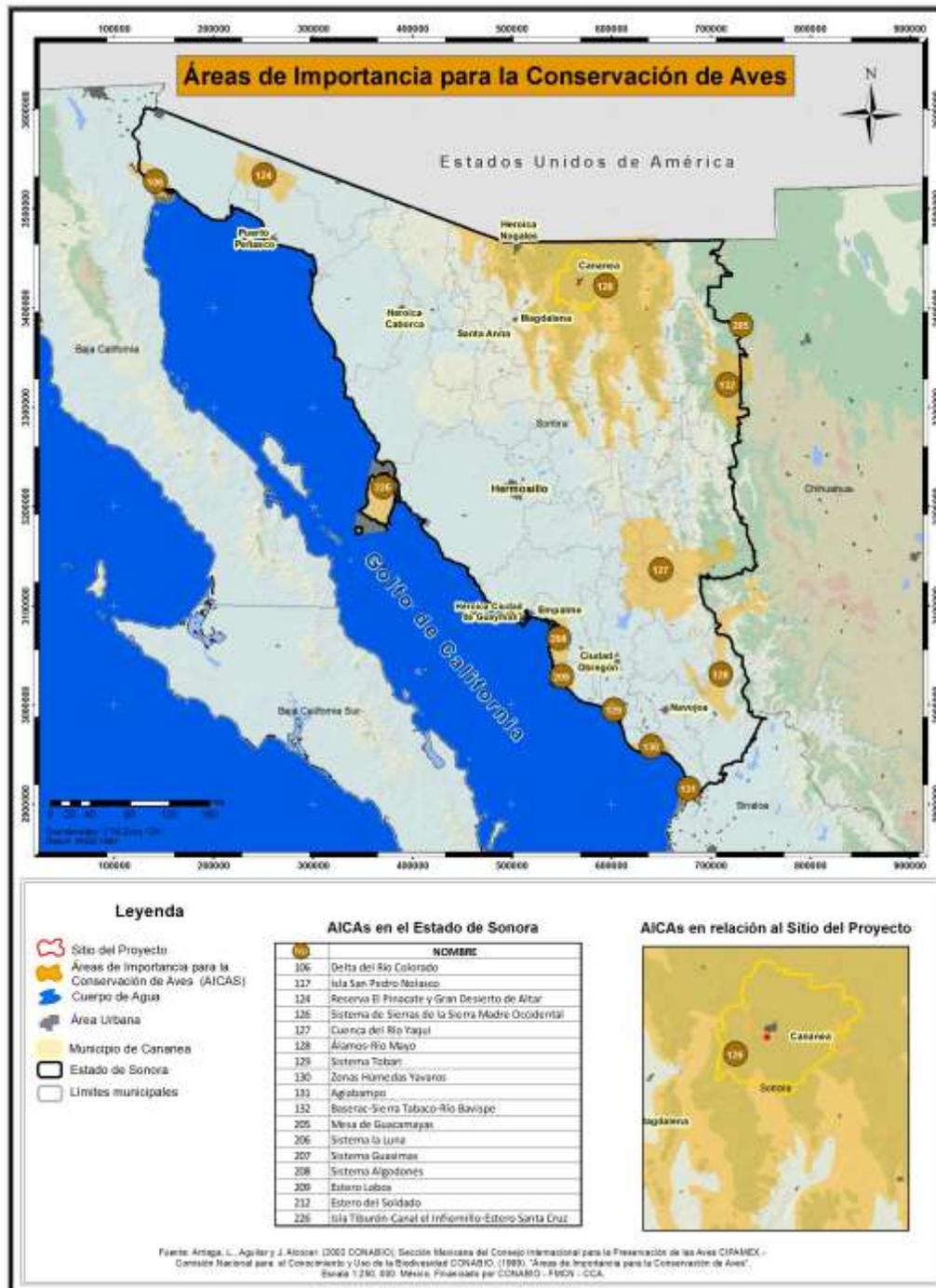


Figura 3.5. Ubicación del sitio del Proyecto, con relación a la ubicación del AICA 126 Sistema de Sierras de la Sierra Madre Occidental.

III.2.4. Sitios Prioritarios Terrestres

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y The Nature Conservancy - Programa México (TNC), Pronatura. (2007), trabajaron en conjunto para realizar los análisis de “Vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad” para los ambientales terrestres, marinos y acuáticos epicontinentales de todo el país, a diversas escalas, con el fin de orientar estrategias para la conservación, como el establecimiento de nuevas áreas protegidas y de otros instrumentos de conservación in situ. Con relación a lo anterior y como parte de los avances registrados para el análisis de “Vacíos y omisiones de conservación” se obtuvieron los Sitios Prioritarios Terrestres, para lo cual se dividió la superficie terrestre del país en 8,045 hexágonos de 256 km² cada uno, y se utilizó el programa Marxan que aplica un algoritmo de optimización, para evaluar 1,450 elementos de la biodiversidad de interés para la conservación, así como 19 capas de diversos factores de amenaza. Para reducir el sesgo en la información sobre la distribución de las especies, se utilizaron modelos de nicho ecológico editados por especialistas. Los sitios prioritarios son aquellos hexágonos que permiten cumplir con las metas de conservación establecidas para los distintos elementos de la biodiversidad seleccionados en la menor área posible, con base en ello se dio se identificaron sitios de extrema, alta y media prioridad. El proceso de validación, de la información, a otras escalas y con la ayuda de especialistas sigue en marcha por lo que la información aquí mostrada no puede ser considerada como definitiva. Las instituciones participantes se han asegurado de suministrar información actualizada y correcta al momento de su publicación y de acuerdo a la metodología propuesta por especialistas en el tema que participaron en los talleres de expertos.

Tomando en cuenta la importancia a de las estrategias de conservación para la biodiversidad a nivel nacional, con la finalidad de cumplir con las metas de conservación establecidas para los distintos elementos de la biodiversidad seleccionados para el estudio de “Vacíos y Omisiones en Conservación” se llevó a cabo la sobreposición de los Sitios Prioritarios Terrestres en relación al sitio del Proyecto (**Figura 3.6**), el cual no se encuentra dentro de algún SPT.

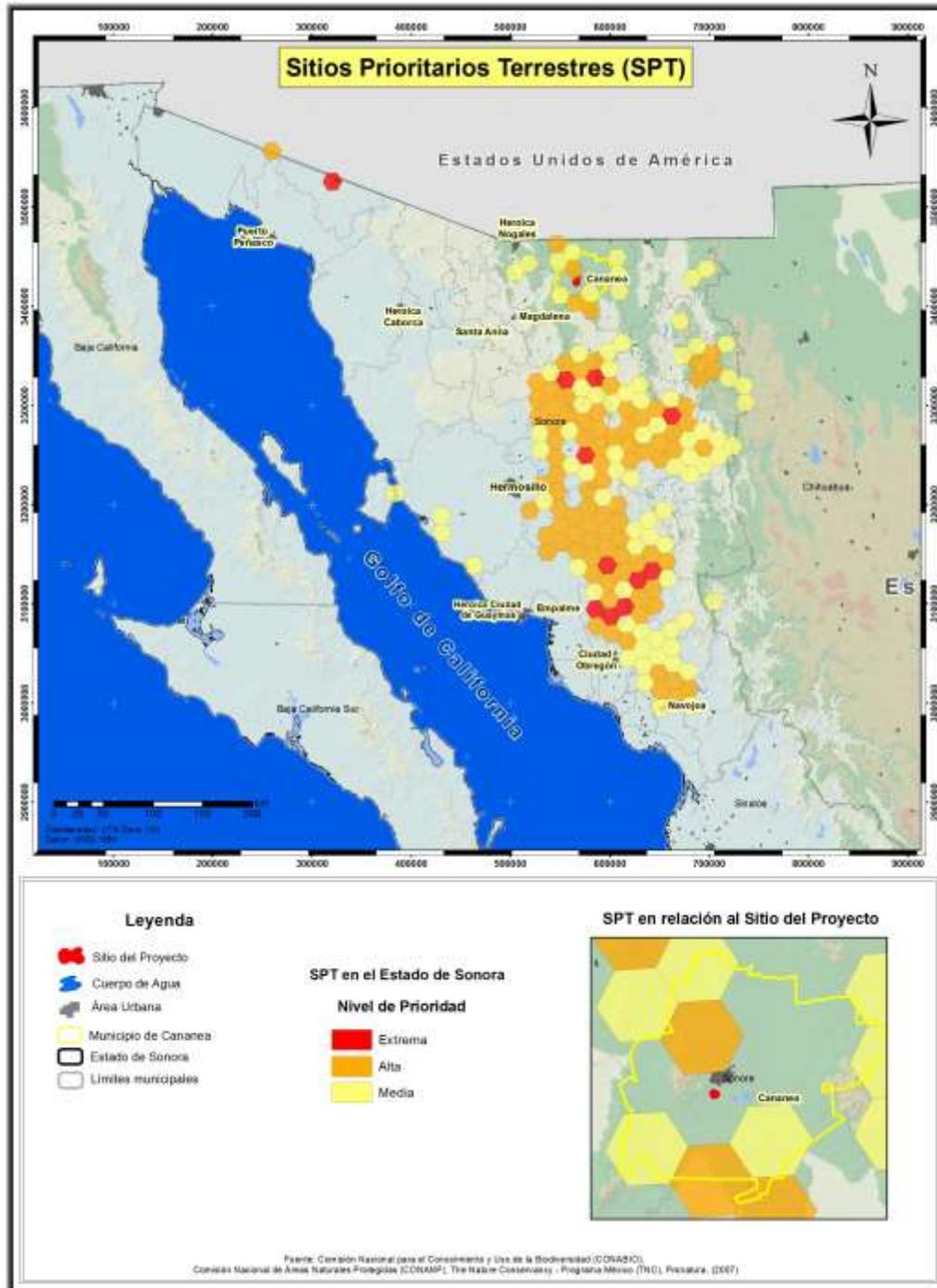


Figura 3.6. Ubicación del sitio del Proyecto, con relación a la ubicación de los Sitios Prioritarios Terrestres (SPT).

III.3. Áreas Naturales Protegidas (ANP)

III.3.1. Áreas Naturales Protegidas Federales (ANP)

En el estado de Sonora, se promueve con gran interés la preservación de sus recursos naturales, la misión del Gobierno, se ha dado a la tarea de detectar y establecer zonas protegidas y de conservación, tanto por su flora y fauna, como de su entorno natural, basado en la importancia que reviste el conservar los recursos naturales, en beneficio de las generaciones futuras, en el entendido de que si no se conservan y se aprovechan mejor los recursos naturales, el estado corre el riesgo de perder su biodiversidad y su riqueza natural. Conservar y proteger hoy los recursos naturales, permitirá en un futuro inmediato, establecer nuevas y mejores estrategias de tipo sustentable para su aprovechamiento ordenado y técnicamente justificado, tanto de los recursos que actualmente se aprovechan, como de aquellos que no han sido aprovechados para actividades económicas.

De acuerdo a la LGEEPA, se consideran Áreas Naturales Protegidas (ANP), las siguientes: [i] Reservas de la Biosfera; [ii] Parques Nacionales; [iii] Monumentos Naturales; [iv] Áreas de Protección de Recursos Naturales; [v] Áreas de Protección de Flora y Fauna; [vi] Santuarios; [vii] Parques y Reservas Estatales; [viii] Zonas de conservación ecológica municipales; y [ix] Áreas destinadas voluntariamente a la conservación (LGEEPA, 2012). Las ANPs, competencia de la Federación, son las señaladas en los incisos [i] al [vi] y [ix].

Para el estado de Sonora existen ANP reportadas que presentan la categoría de decretadas (con publicación en el DOF) y ANPs en categoría de propuestas (estudios avalados por Gobierno del Estado, los cuales se encuentran en trámite con las instituciones correspondientes para llevar a cabo la publicación del decreto considerado para formar parte de las ANP ya sean federal o estatal según sea el caso).

De las ANP con Decreto Federal para el Estado de Sonora, solo una es la que se encuentra más cercana al sitio del Proyecto (19 km aproximadamente) corresponde a la Reserva Forestal Nacional Sierra Los Ajos-Buenos Aires y La Púrica, la cual es una ANP de categoría de Protección de los Recursos Naturales decretada el 30 de junio de 1936, que se ubica en las coordenadas geográficas 30°16'16" a 31°06'48" Latitud Norte y 109°39'47" a

110°03'47" de Longitud Oeste, cubriendo las Sierras de "Los Ajos", "Buenos Aires" y "Púrica" con una extensión de terrenos con una superficie de 21,494 ha, quedando con base al Artículo Segundo de dicho decreto bajo la jurisdicción y administración del Departamento Forestal y de Caza y Pesca para los fines de la conservación y ordenada explotación de los elementos forestales y de fauna silvestre (**Figura 3.7**).

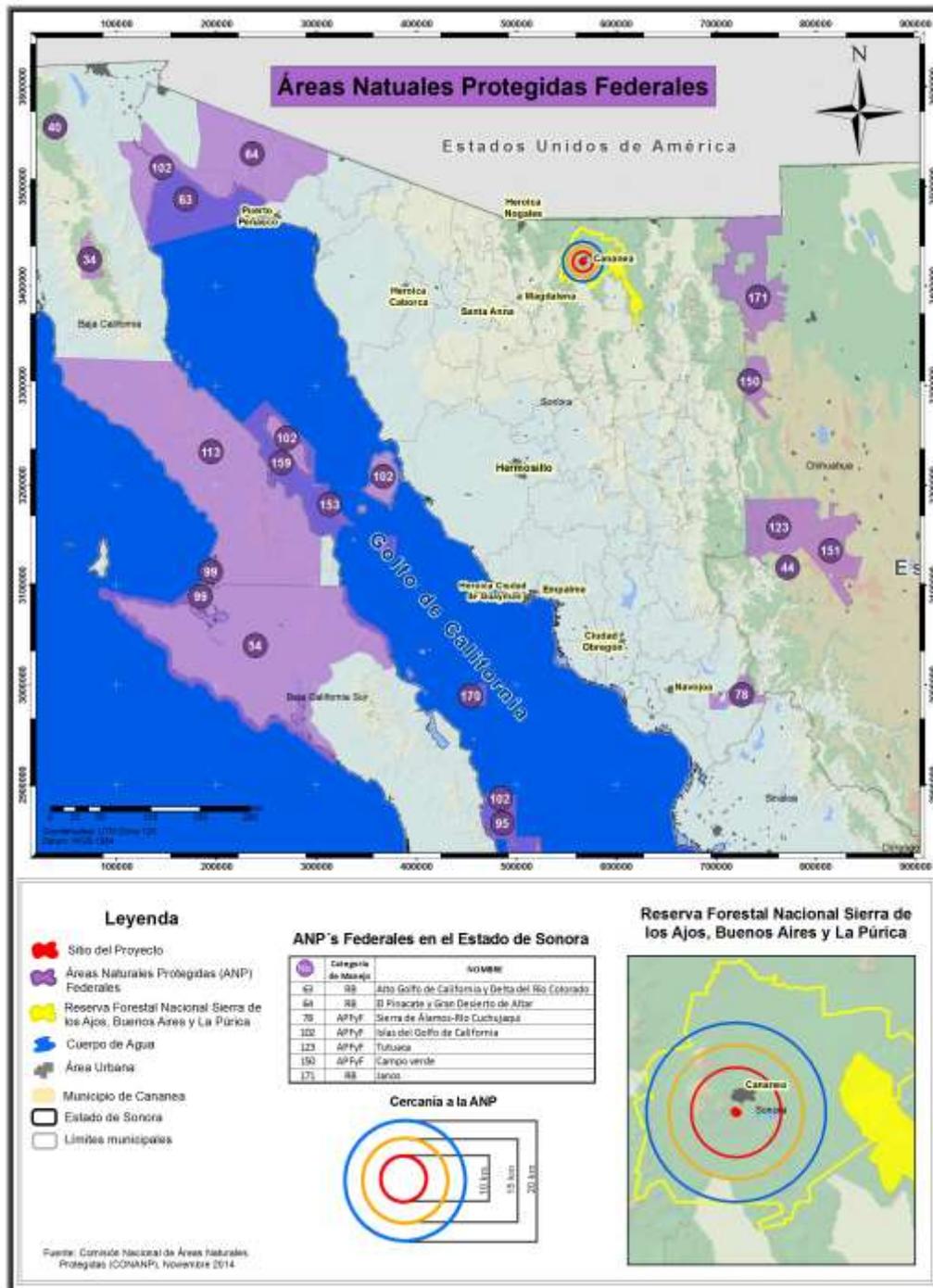


Figura 3.7. Ubicación del sitio del Proyecto, con relación a la ubicación de las Áreas Naturales Protegidas Federales.

III.3.2. Áreas Naturales Protegidas Estatales

A nivel estatal se han decretado 6 zonas protegidas oficialmente: [i] Arivechi-Cerro Las Conchas; [ii] Sistemas de Presas Abelardo L. Rodríguez-El Molinito; [iii] Estero El Soldado; [iv] Cañón de Nacapule; [v] Sistema de Humedales Yavaros-Moroncarit-Santa Bárbara; y [vi] Ciénega de Saracachi. Los beneficios al declararlas Áreas Naturales es que conformen corredores biológicos, procesos ecológicos y servicios ambientales, además de ordenar y regularizar las actividades humanas en áreas o sitios importantes para asegurar la protección y preservación de los ecosistemas y su biodiversidad de acuerdo a lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del estado de Sonora.

En el Sistema de Áreas Naturales Protegidas del Estado de Sonora (SANPES), mediante el decreto publicado en el Boletín Oficial del Gobierno del estado de Sonora Número 10, Sección I, Tomo CLIII del tres de Febrero de 1994, se denominó Área Natural Protegida, bajo la categoría de Zona sujeta de Conservación Ecológica, una sección del terreno donde se encuentra el sistema de presas Abelardo Rodríguez Luján–El Molinito, el cual ya fue aprobado y publicado por ser la principal fuente de abastecimiento de agua para los pobladores de Cd. Obregón, Sonora. En este sentido, el Proyecto tampoco impactará de forma adversa sobre los sistemas de presas Abelardo Rodríguez Luján–El Molinito.

Entre las Áreas Naturales Protegidas propuestas, se encuentra el área de las Sierras Mariquita y Elenita, que se continúan en dirección Norte-Sur, ubicando a la Mariquita sobre la carta de INEGI que corresponde a Nogales y a la Elenita que se ubica sobre la carta de Cananea. Ambas se localizan al Noroeste de los predios de Buenavista del Cobre y del Proyecto (**Figura 3.8**).

Sin embargo, debe resaltarse que el sitio del Proyecto, no se encuentra dentro de algún Área Natural Protegida decretada, federal, estatal, ni municipal, por lo que la ejecución y puesta en marcha de este Proyecto, no afectará ningún Área Natural Protegida.

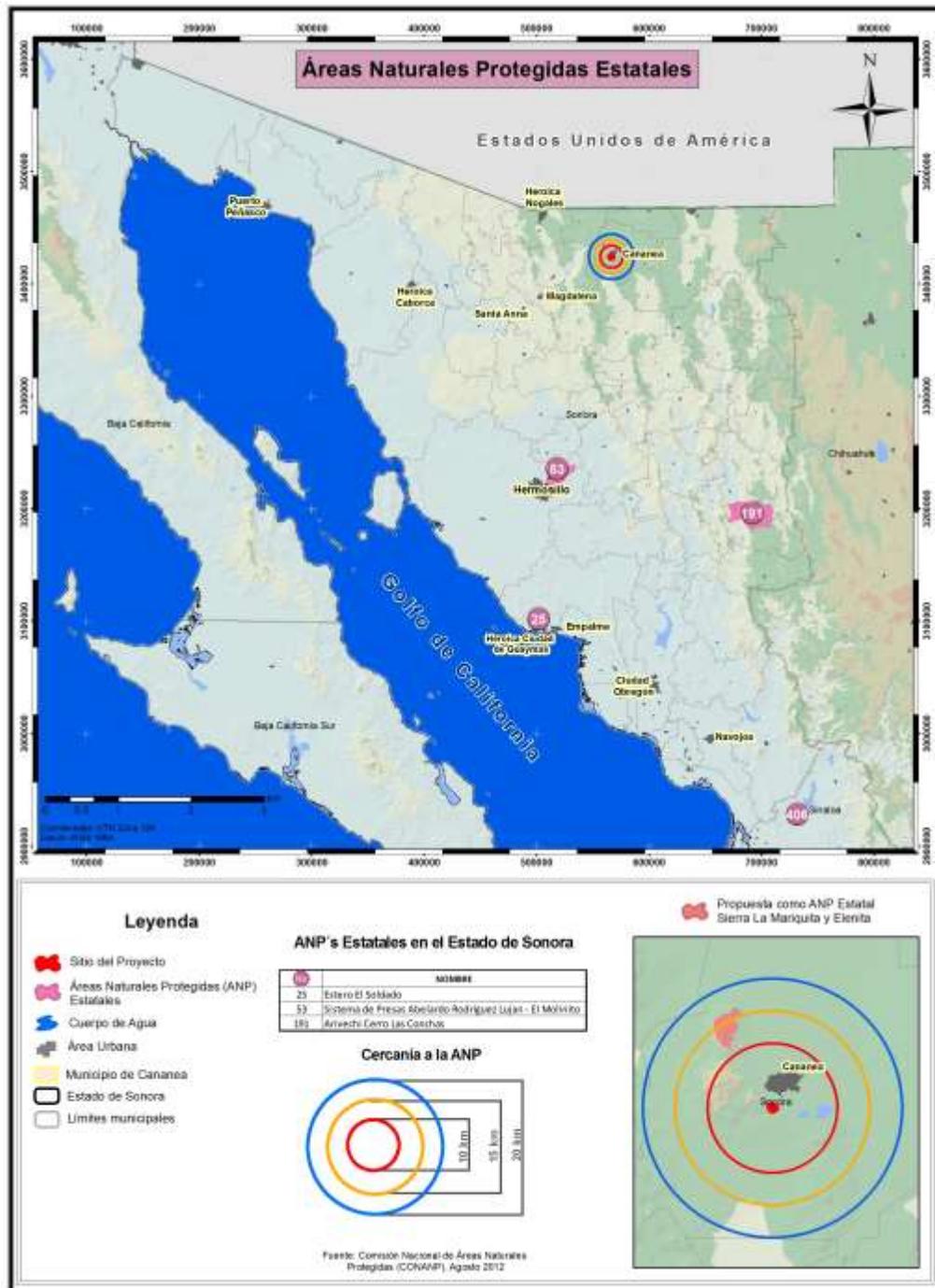


Figura 3.8. Ubicación del sitio del Proyecto, con relación a la ubicación de las Áreas Naturales Protegidas Estatales.

III.4. Análisis de instrumentos jurídicos y normativos

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

- i. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos;
- ii. LGEEPA y su Reglamento (Impacto Ambiental);
- iii. Ley de Aguas Nacionales;
- iv. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento;
- v. Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del estado de Sonora;
- vi. Ley de Desarrollo Urbano para el Estado de Sonora y;
- vii. Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Sonora.

III.4.1. 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 26 de febrero de 2013. Debido a que en el Proyecto, pueden generarse impactos, se implementarán las 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”. El Proyecto cumple con este precepto toda vez que para su establecimiento se hacen todas las consideraciones ambientales pertinentes en orden de garantizar este derecho. 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 expansión 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, cumple con este precepto ya que al atender a la normativa aplicable al mismo se suma a los esfuerzos del Estado para garantizar el desarrollo sustentable e integral de la Nación a través del fomento de las actividades económicas y el bienestar social en la zona, siempre con plena conciencia ecológica y social.

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 el fraccionamiento de los latifundios; 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.

Corresponde a la Nación el dominio directo de todos los recursos naturales de la plataforma continental y los zócalos submarinos de las islas; de todos los minerales o sustancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos, constituyan depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos, tales como los minerales de los que se extraigan metales y metaloides utilizados en la industria; los yacimientos de piedras preciosas, de sal de gema y las salinas formadas directamente por las aguas marinas; los productos derivados de la descomposición de las rocas, cuando su explotación necesite trabajos subterráneos; los yacimientos minerales u orgánicos de materias susceptibles de ser utilizadas como fertilizantes; los combustibles minerales sólidos; el petróleo y todos los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos; y el espacio situado sobre el territorio nacional, en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional.

Son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional; las aguas marinas interiores; las de las lagunas y esteros que se comuniquen permanente o intermitentemente con el mar; las de los lagos interiores de formación natural que estén ligados directamente a corrientes constantes; las de los ríos y sus afluentes directos o indirectos, desde el punto del cauce en que se inicien las primeras aguas permanentes, intermitentes o torrenciales, hasta su desembocadura en el mar, lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional; las de las corrientes constantes o intermitentes y sus afluentes directos o indirectos, cuando el cauce de aquéllas en toda su extensión o en parte de ellas, sirva de límite al territorio nacional o a dos entidades federativas, o cuando pase de una entidad federativa a otra o cruce la línea divisoria de la República; la de los lagos, lagunas o esteros cuyos vasos, zonas o riberas, estén cruzadas por líneas divisorias de dos o más entidades o entre la República y un país vecino, o cuando el límite de las riberas sirva de lindero entre dos entidades federativas o a la República con un país vecino; las de los manantiales que broten en las playas, zonas marítimas, cauces, vasos o riberas de los lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional, y las que se extraigan de las minas; y los cauces, lechos o riberas de los lagos y corrientes interiores en la extensión que fija la ley. Las aguas del subsuelo pueden ser libremente alumbradas mediante obras artificiales y apropiarse por el dueño del terreno, pero cuando lo exija el interés público o se afecten otros aprovechamientos; el Ejecutivo Federal podrá reglamentar

su extracción y utilización y aún establecer zonas vedadas, al igual que para las demás aguas de propiedad nacional.

En los casos a que se refieren los dos párrafos anteriores, el dominio de la Nación es inalienable e imprescriptible y la explotación, el uso o el aprovechamiento de los recursos de que se trata, por los particulares o por sociedades constituidas conforme a las leyes mexicanas, no podrá realizarse sino mediante concesiones, otorgadas por el Ejecutivo Federal, de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes. Las normas legales relativas a obras o trabajos de explotación de los minerales y substancias a que se refiere el párrafo cuarto, regularán la ejecución y comprobación de los que se efectúen o deban efectuarse a partir de su vigencia, independientemente de la fecha de otorgamiento de las concesiones, y su inobservancia dará lugar a la cancelación de éstas. El Gobierno Federal tiene la facultad de establecer reservas nacionales y suprimirlas. Las declaratorias correspondientes se harán por el Ejecutivo en los casos y condiciones que las leyes prevean. Tratándose del petróleo y de los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos o de minerales radioactivos, no se otorgarán concesiones ni contratos, ni subsistirán los que en su caso se hayan otorgado y la Nación llevará a cabo la explotación de esos productos, en los términos que señale la Ley Reglamentaria respectiva. Corresponde exclusivamente a la Nación generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público. En esta materia no se otorgarán concesiones a los particulares y la Nación aprovechará los bienes y recursos naturales que se requieran para dichos fines.

La capacidad para adquirir el dominio de las tierras y aguas de la Nación, se registrará por las siguientes prescripciones:

I. Sólo los mexicanos por nacimiento o por naturalización y las sociedades mexicanas tienen derecho para adquirir el dominio de las tierras, aguas y sus accesiones o para obtener concesiones de explotación de minas o aguas. El Estado podrá conceder el mismo derecho a los extranjeros, siempre que convengan ante la Secretaría de Relaciones en considerarse como nacionales respecto de dichos bienes y en no invocar por lo mismo la protección de sus gobiernos por lo que se refiere a aquéllos; bajo la pena, en caso de faltar al convenio, de

perder en beneficio de la Nación, los bienes que hubieren adquirido en virtud del mismo. En una faja de cien kilómetros a lo largo de las fronteras y de cincuenta en las playas, por ningún motivo podrán los extranjeros adquirir el dominio directo sobre tierras y aguas.

IV. Las sociedades mercantiles por acciones podrán ser propietarias de terrenos rústicos pero únicamente en la extensión que sea necesaria para el cumplimiento de su objeto. En ningún caso las sociedades de esta clase podrán tener en propiedad tierras dedicadas a actividades agrícolas, ganaderas o forestales en mayor extensión que la respectiva equivalente a veinticinco veces los límites señalados en la fracción XV de este artículo. La ley reglamentaria regulará la estructura de capital y el número mínimo de socios de estas sociedades, a efecto de que las tierras propiedad de la sociedad no excedan en relación con cada socio los límites de la pequeña propiedad. En este caso, toda propiedad accionaria individual, correspondiente a terrenos rústicos, será acumulable para efectos de cómputo. Asimismo, la ley señalará las condiciones para la participación extranjera en dichas sociedades.

Los terrenos donde se pretenden llevar a cabo las obras del Proyecto, han sido adquiridos de conformidad con las leyes aplicables, el Promoviente cuenta con título de propiedad de todos los terrenos; asimismo, el uso de agua para el proceso y su reutilización; se realizarán con las autorizaciones y concesiones pertinentes, tanto en el tema de desarrollo urbano como en la mitigación de impactos al medio ambiente derivados de las actividades que se realizarán en el proceso de construcción y operación del Proyecto.

Artículo 28.- En los Estados Unidos Mexicanos quedan prohibidos los monopolios, las prácticas monopólicas, los estancos y las exenciones de impuestos en los términos y condiciones que fijan las leyes. El mismo tratamiento se dará a las prohibiciones a título de protección a la industria. En consecuencia, la ley castigará severamente, y las autoridades perseguirán con eficacia, toda concentración o acaparamiento en una o pocas manos de artículos de consumo necesario y que tenga por objeto obtener el alza de los precios; todo acuerdo, procedimiento o combinación de los productores, industriales, comerciantes o empresarios de servicios, que de cualquier manera hagan, para evitar la libre competencia o la competencia entre sí y obligar a los consumidores a pagar precios exagerados y, en

general, todo lo que constituya una ventaja exclusiva indebida a favor de una o varias personas determinadas y con perjuicio del público en general o de alguna clase social.

Las leyes fijarán bases para que se señalen precios máximos a los artículos, materias o productos que se consideren necesarios para la economía nacional o el consumo popular, así como para imponer modalidades a la organización de la distribución de esos artículos, materias o productos, a fin de evitar que intermediaciones innecesarias o excesivas provoquen insuficiencia en el abasto, así como el alza de precios. La ley protegerá a los consumidores y propiciará su organización para el mejor cuidado de sus intereses.

No constituyen monopolios las asociaciones de trabajadores formadas para proteger sus propios intereses y las asociaciones o sociedades cooperativas de productores para que, en defensa de sus intereses o del interés general, vendan directamente en los mercados extranjeros los productos nacionales o industriales que sean la principal fuente de riqueza de la región en que se produzcan o que no sean artículos de primera necesidad, siempre que dichas asociaciones estén bajo vigilancia o amparo del Gobierno Federal o de los Estados, y previa autorización que al efecto se obtenga de las legislaturas respectivas en cada caso. Las mismas Legislaturas, por sí o a propuesta del Ejecutivo podrán derogar, cuando así lo exijan las necesidades públicas, las autorizaciones concedidas para la formación de las asociaciones de que se trata.

La empresa Buenavista del Cobre, fue creada entre otros, con fines de bienestar social y no incluye dentro de sus objetivos, alguna acción de monopolio del cobre, a nivel nacional e internacional, que pudiera representar alguna ventaja exclusiva para la empresa.

III.4.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento

III.4.2.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

Publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 28 de enero 1988 y reformada el 04 de junio de 2012.

El Proyecto es de competencia federal en materia de evaluación de impacto por el beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación en los términos de las Leyes Minera y Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional; por lo que, corresponde a la SEMARNAT (en adelante también referida como Secretaría) su evaluación y dictamen de conformidad con el **Artículo 28**, Fracción I 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.

La política de Buenavista del Cobre S.A. de C.V., entre varias líneas de seguimiento en materia ambiental, se encuentra el dar cumplimiento a las disposiciones que emanan de la Ley en materia de impacto ambiental, siendo la ejecución del presente documento muestra de ello.

La ejecución y desarrollo del presente documento Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular del Proyecto, cumple además con las disposiciones en materia de impacto ambiental y las disposiciones derivadas del Reglamento de la LGEEPA, asimismo, se dará cumplimiento a la normatividad vigente en materia de Impacto Ambiental.

Como parte del cumplimiento de tales políticas, se encuentra el conocer y ejecutar durante la construcción y operación del Proyecto, acciones tendientes a la prevención y control de: [i] la contaminación de la atmósfera; [ii] prevención y control de la contaminación del agua y los ecosistemas acuáticos (ríos, arroyos, otros); [iii] prevención y control de la contaminación al suelo; [iv] actividades consideradas como altamente riesgosas; [v] manejo y disposición de materiales y residuos peligrosos; [vi] vibraciones, ruido, entre otras.

El Proyecto tiene relación con las disposiciones de la LGEEPA, las cuales son enunciadas en el **Cuadro 3.2**.

Cuadro 3.2. Disposiciones de la LGEEPA y la vinculación con el Proyecto “ESDE II”, ubicado en el municipio de Cananea, estado de Sonora.

Disposiciones de la LGEEPA	Vinculación con el Proyecto
<p>Art. 30 Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una Manifestación de Impacto Ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.</p>	<p>Con el presente documento se dará cumplimiento a este Artículo.</p>
<p>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.</p> <p>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.</p>	<p>El Proyecto dará cumplimiento a la normatividad aplicable, programas de desarrollo urbano, ordenamiento ecológico y demás disposiciones jurídicas que le apliquen.</p>
<p>Art. 37 BIS. Las normas oficiales mexicanas en materia ambiental son de cumplimiento obligatorio en el territorio nacional.</p>	<p>El Proyecto dará cumplimiento a la normatividad aplicable.</p>
<p>Art. 92. Aprovechamiento sustentable del agua. – programas de ahorro y uso eficiente del agua, tratamiento de aguas residuales y su reuso.</p>	<p>El proyecto contará con las siguientes medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La recirculación del agua en el proceso. - Se acondicionaran las líneas de redes de drenaje pluvial y sanitario.

Cuadro 3.2. Disposiciones de la LGEEPA y la vinculación con el Proyecto “ESDE II”, ubicado en el municipio de Cananea, estado de Sonora.

Disposiciones de la LGEEPA	Vinculación con el Proyecto
<p>Art. 117 Para la prevención y control de la contaminación del agua se consideran los siguientes criterios:</p> <p>I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país;</p> <p>III. El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los Ecosistemas.</p>	<p>Optimizar el uso de agua durante el proceso operativo con la finalidad de tener un menor consumo del recurso; además se pretende concientizar al personal con el uso racional y cuidado del agua.</p>
<p>Art. 122. Las aguas residuales provenientes de usos públicos urbanos y las de usos industriales o agropecuarios que se descarguen en los sistemas de drenaje y alcantarillado de las poblaciones o en las cuencas ríos, cauces, vasos y demás depósitos o corrientes de agua, así como las que por cualquier medio se infiltren en el subsuelo, y en general, las que se derramen en los suelos, deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir;</p> <p>I. Contaminación de los cuerpos receptores.</p>	<p>El Proyecto cuidará de siempre cumplir con los Límite Máximo Permisibles (LMP) de las Normas Oficiales Mexicanas para agua.</p>
<p>Art. 134 Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos.</p> <p>III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reuso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;</p>	<p>Se implementaran medidas preventivas descritas en el Capítulo VI referente al cuidado del suelo previniendo su contaminación por el manejo, almacenamiento o generación de cualquier sustancia o residuo en el proceso de beneficio del cobre en la planta ESDE II todo acorde a lo establecido en la LGEEPA y su Reglamento, como procede Buenavista del Cobre en todos sus proyectos y actividades.</p>

Cuadro 3.2. Disposiciones de la LGEEPA y la vinculación con el Proyecto “ESDE II”, ubicado en el municipio de Cananea, estado de Sonora.

Disposiciones de la LGEEPA	Vinculación con el Proyecto
<p>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.</p>	<p>El Proyecto tendrá como política que sus residuos sean dados de alta y que su manejo esté a cargo de empresas autorizadas, que otorguen la documentación probatoria.</p>
<p>Art. 155. Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría.</p> <p>En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica o lumínica, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.</p>	<p>El Proyecto dará cumplimiento a la normatividad aplicable.</p>

III.4.2.2. 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 (RLEEPA), tiene 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. En este sentido el Proyecto da cumplimiento a la presentación de una Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular ante la Delegación Federal la SEMARNAT en el estado de Sonora. Por otra parte, el Proyecto guarda relación con las disposiciones del presente Reglamento, como se indica en el **Cuadro 3.4**.

Cuadro 3.3. Disposiciones del Reglamento de la LGEEPA y la vinculación con el Proyecto “ESDE II”, ubicado en el municipio de Cananea, Sonora.

Disposiciones del Reglamento	Vinculación con el Proyecto
<p>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</p> <p>L) EXPLORACIÓN, EXPLOTACIÓN Y BENEFICIO DE MINERALES Y SUSTANCIAS RESERVADAS A LA FEDERACIÓN:</p> <p>I. Obras para la explotación de minerales y sustancias reservadas a la federación, así como su infraestructura de apoyo;</p> <p>III. Beneficio de minerales y disposición final de sus residuos en presas de jales, excluyendo las plantas de beneficio que no utilicen sustancias consideradas como peligrosas y el relleno hidráulico de obras mineras subterráneas.</p>	<p>Se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular, considerando la actividad de la operación de la planta ESDE II que beneficia el cobre por el método de extracción por solventes y depositación electrolítica.</p>
<p>Art. 11. Sobre la modalidad de la Manifestación de Impacto Ambiental.</p>	<p>Se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular, dado que no corresponde a ninguno de los casos establecidos para la modalidad Regional.</p>

La ejecución y desarrollo del presente documento Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular del Proyecto, cumple con las disposiciones en materia de impacto ambiental derivadas del Reglamento de la LGEEPA; asimismo, se dará cumplimiento a la normatividad vigente en materia de impacto ambiental.

III.4.3. Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento

III.4.3.1. Ley de Aguas Nacionales

Publicada en el DOF el 1 de diciembre de 1992 y última reforma publicada el 08 de junio de 2012. La Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento publicado en el DOF el 12 de

enero de 1994 y reformada el 24 de mayo de 2011, tienen por objeto 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. La Ley de Aguas Nacionales señala en su Título Séptimo, las disposiciones sobre Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas y Responsabilidad por Daño Ambiental, acorde a lo señalado en el **Cuadro 3.4**.

En el Proyecto, se usará la infraestructura existente y la capacidad de explotación actual de la zona, la cual cubre las necesidades de demanda de agua del presente Proyecto (exclusivamente servicios).

Cuadro 3.4. Vinculación de la Ley de Aguas Nacionales con el Proyecto “ESDE II”.

DISPOSICIÓN	APLICACIÓN
Art. 5. Para el cumplimiento y aplicación de esta Ley, el Ejecutivo Federal: II. Fomentará la participación de los usuarios del agua y de los particulares en la realización y administración de las obras y de los servicios hidráulicos.	El Promovente dará cumplimiento a dicho artículo, realizando la recirculación del agua utilizada en el proceso.
Art. 7. Se declara de utilidad pública: VII. El mejoramiento de la calidad de las aguas residuales, la prevención y control de su contaminación, la recirculación y el reuso de dichas aguas, así como la construcción y operación de obras de prevención, control y mitigación de la contaminación del agua, incluyendo plantas de tratamiento de aguas residuales.	El Promovente dará cumplimiento a dicho artículo, realizando la recirculación del agua utilizada en el proceso.
Art. 86. BIS 2. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.	El Promovente del Proyecto aceptará en caso de no dar cumplimiento con la normatividad aplicable, lo dispuesto y aplicable del presente Artículo y en la presente Ley.

III.4.3.2. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Publicado en el DOF 12 de enero de 1994 y reformado por última vez el 24 de mayo de 2011. En el **Cuadro 3.5** se establecen los artículos que vinculan al Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales con el Proyecto, y a los cuales se buscará dar cumplimiento.

Cuadro 3.5. Vinculación del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales con el Proyecto “ESDE II”, a ubicarse en el municipio de Cananea, Sonora

DISPOSICIÓN	APLICACIÓN
Art. 134. Las personas físicas o morales que exploten, usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas, bajo su responsabilidad y en los términos de Ley, a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.	El Promovente dará cabal cumplimiento de las condiciones de descarga, cuidando la protección al ambiente.
Art. 151. Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores y zonas federales, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de descarga de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las normas oficiales mexicanas respectivas.	El Promovente del Proyecto aceptará en caso de no dar cumplimiento con la normatividad aplicable, lo dispuesto y aplicable del presente artículo y en la presente Ley.

III.4.4. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento

III.4.6.1. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

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 (LGPGIR) 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.

Los residuos peligrosos generados serán almacenados de manera temporal por un periodo no mayor a seis meses, como lo marca el **Artículo 106**, Fracción VII, de la LGPGIR, en el Almacén temporal de Residuos Peligrosos ubicado dentro del predio del Proyecto. El **Artículo 15**, Título Tercero Clasificación de los Residuos, Capítulo Único Fines, Criterios y Bases Generales, menciona que la SEMARNAT agrupará y subclasificará los residuos peligrosos urbanos y de manejo especial en categorías, para orientar la toma de decisiones basada en criterios de riesgo y en el manejo de los mismos. La planta ESDE II en su proceso, generará un subproducto denominado "Lodos Anódicos", los cuales serán recogidos por empresas externas para su reprocesamiento y revalorización, ya que es la materia prima de algunos procesos. Estos lodos serán colocados en tambos con tapa, se trasladarán al área de entrega y se entregarán tapados, sellados y con su leyenda respectiva y estarán sujetos a un plan de manejo cuando sean considerados como peligrosos, según lo estipulado en el **Artículo 31** de esta misma Ley, Título Cuarto, Capítulo II Planes de manejo.

III.4.6.2. 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; y 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, asimismo en su Artículo 40, menciona que los residuos peligrosos mezclados en lodos derivados de plantas de tratamiento autorizados por la autoridad competente, deberán de caracterizarse y cumplir las condiciones particulares de descarga que les sean fijadas y las demás disposiciones jurídicas de la materia; además, el RLGPGIR, establece en su Artículo 82 las condiciones de las áreas de almacenamiento de los residuos peligrosos, a través de una empresa especializada y autorizada por la SEMARNAT en manejo de los mismos.

III.5. Programas de recuperación y restablecimiento de las zonas de restauración ecológica

Bajo protesta de decir verdad, no existen programas declarados y/o decretados de esta naturaleza, aplicables a la zona del Proyecto.

III.6. Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Sonora

Artículo 25-A.- El Gobierno del Estado está obligado a promover, orientar y conducir el desarrollo económico, social, político y cultural de la población de la Entidad, mediante el fomento del crecimiento económico, del empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza con la más amplia participación de la sociedad.

Artículo 25-B.- Los sectores público, privado y social concurrirán con solidaridad en el desarrollo integral del Estado. El sector público bajo el esquema de economía mixta, impulsará por sí o conjuntamente con los demás sectores, las áreas que se consideren prioritarias para el desarrollo.

La empresa Buenavista del Cobre S.A. de C.V., es una unidad minera que trabaja de manera ordenada con la infraestructura adecuada de alto nivel y a su vez generará fuentes de empleo y riqueza en la zona.

III.7. Normas Oficiales Mexicanas

De acuerdo con al Artículo 3º, Fracción XI de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) 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-Bis** de la LGEEPA, quienes incurran en incumplimiento de las NOM 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 los procedimientos constructivos y de abandono. Para reforzar el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente, se desarrollarán planes, programas y procedimientos que permitan instaurar una política y cultura de protección ambiental, que pueda permear en beneficio de la población de Cananea y comunidades vecinas.

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) 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 y riesgo, entre otras), serán observadas en el Proyecto en todas sus etapas y durante su vida útil. Estas NOM, se enlistan en el **Cuadro 3.6** y se vinculan con el Proyecto.

Cuadro 3.6. Vinculación de las Leyes, Normas, Bando de Policía y Gobierno, entre otros Instrumentos, con el Proyecto denominado “ESDE II”, ubicado en el municipio de Cananea, Sonora.

Política derivada de los instrumentos normativos (leyes-reglamentos)	Vinculación con Buenavista del Cobre, S.A. de C.V.	Vinculación con el Proyecto
<p>La empresa Buenavista del Cobre, ha dado cumplimiento a las disposiciones federales, estatales y municipales, en materia de legislación ambiental, normatividad y las disposiciones del Bando de Policía y Gobierno de Cananea, en la misma materia.</p>	<p>El beneficio de minerales de cobre en Cananea se ha ajustado a los lineamientos en materia ambiental, tanto federales, como municipales y estatales. Se hacen los monitoreos solicitados, así como los estudios ambientales que se han requerido, muestra de ello es la presente Manifestación de Impacto Ambiental.</p> <p>La empresa ha dado cumplimiento a las Normas Oficiales Mexicanas en materia de aire, agua, suelo y manejo de residuos, en especial de los peligrosos.</p>	<p>El Proyecto se encuentra acorde con la política ambiental en los tres niveles de Gobierno. El Proyecto dará seguimiento y cumplimiento de la legislación en materia ambiental para el control de la contaminación, así como de la normatividad que le aplique, en agua, aire, ruido, suelo, manejo de residuos peligrosos, y aunque para este proyecto no se afecta superficie forestal siempre se mantiene atento al cuidado de la flora y fauna silvestres presentes en los alrededores del sitio del Proyecto.</p>

Cuadro 3.6. Vinculación de las Leyes, Normas, Bando de Policía y Gobierno, entre otros Instrumentos, con el Proyecto denominado “ESDE II”, ubicado en el municipio de Cananea, Sonora.

Política derivada de los instrumentos normativos (leyes-reglamentos)	Vinculación con Buenavista del Cobre, S.A. de C.V.	Vinculación con el Proyecto
AIRE: Emisiones a la Atmósfera		
<p>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.</p>	<p>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.</p>	<p>Se contará con el documento que demuestre que los vehículos que serán utilizados reciben 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; la supervisión ambiental será la responsable de verificar lo anterior.</p>
<p>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.</p>	<p>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.</p>	<p>Se contará con el documento que demuestre que los vehículos que serán utilizados reciben 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; la supervisión ambiental será la responsable de verificar lo anterior.</p>
<p>NOM-045-SEMARNAT-1996. Establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible.</p>	<p>Los camiones que serán utilizados en el Proyecto, se encontrarán en condiciones mecánicas adecuadas y óptimas que den cumplimiento con lo establecido por esta NOM.</p>	<p>Los vehículos que serán utilizados deberán contar con el documento que demuestre que reciben el mantenimiento, la afinación de motor correspondiente, que garantice que los sistemas de combustión funcionan adecuadamente y cumplen los límites fijados en la norma</p>

Cuadro 3.6. Vinculación de las Leyes, Normas, Bando de Policía y Gobierno, entre otros Instrumentos, con el Proyecto denominado “ESDE II”, ubicado en el municipio de Cananea, Sonora.

Política derivada de los instrumentos normativos (leyes-reglamentos)	Vinculación con Buenavista del Cobre, S.A. de C.V.	Vinculación con el Proyecto
		ambiental indicada. La maquinaria pesada empleada queda exenta de esta NOM.
SUELO		
<p>NOM-138-SEMARNAT/SS-2003.</p> <p>Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.</p>	<p>Buenavista del Cobre establecerá los instrumentos para atender las disposiciones de la NOM en tiempo y forma, durante cada etapa del Proyecto y como parte del programa de abandono y cierre del sitio.</p>	<p>Durante la operación, se establecerán programas de mantenimiento y supervisión en los vehículos para evitar derrames de hidrocarburos en suelo, manejo adecuado de sustancias y residuos peligrosos y al correcta operación de todas las áreas que conforman la planta ESDE II.</p>
En materia de RUIDO AMBIENTAL		
<p>NOM-080-SEMARNAT-1994.</p> <p>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.</p>	<p>Buenavista del Cobre deberá contar de manera ineludible con los documentos y dictámenes técnicos que comprueben que los vehículos que serán utilizados, funcionan adecuadamente, dentro de los límites sonoros fijados en la Norma ambiental indicada.</p>	<p>Los vehículos utilizados en el Proyecto deberán cumplir con los requisitos mínimos de seguridad ambiental.</p>

El presente Proyecto, se apegará a cada una de las especificaciones y disposiciones legales y reglamentarias que establezcan las Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental aplicables, las cuales ya fueron enlistadas y vinculadas en este capítulo en cuestión.

CAPÍTULO IV

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Modalidad Particular del Proyecto "ESDE II" ubicado en el municipio de Cananea, Sonora.



CONTENIDO

IV	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.	
	INVENTARIO AMBIENTAL.....	8
IV.1	Definición del Sistema Ambiental y Área de Influencia	8
IV.2	Delimitación del Sistema Ambiental (SA)	13
IV.3	Caracterización y análisis del Sistema Ambiental	15
IV.3.1	Aspectos abióticos.....	15
IV.3.1.1	Clima.....	15
IV.3.1.1.1	Temperatura.....	16
IV.3.1.1.2	Precipitación y evaporación.....	18
IV.3.1.1.3	Vientos dominantes	20
IV.3.1.1.4	Fenómenos climatológicos	22
IV.3.1.1.5	Calidad del aire y ruido	22
IV.3.1.2	Geología y geomorfología.. ..	25
IV.3.1.2.1	Geología regional.....	25
IV.3.1.2.2	Geomorfología y Fisiografía	25
IV.3.1.2.3	Estratigrafía.....	31
IV.3.1.3	Hidrología superficial y subterránea	40
IV.3.1.3.1	Hidrología Superficial.....	40
IV.3.1.3.1.1	Embalses y cuerpos de agua cercanos (lagos, presas, etc.).....	49
IV.3.1.3.1.2	Calidad del agua	50
IV.3.1.3.1.3	Geohidrología e Hidrología Subterránea.....	53
IV.3.1.3.1.4	Censo de aprovechamientos	57
IV.3.1.3.1.5	Análisis de calidad de agua.....	58
IV.3.1.3.1.6	Disponibilidad de agua subterránea	63
IV.3.2	Aspectos bióticos	64
IV.3.2.1	Caracterización de la vegetación.....	64
IV.3.2.1.1	Perfil de vegetación.....	65
IV.3.2.1.2	Tipo de vegetación.....	69
IV.3.2.1.3	Formas vitales.....	73
IV.3.2.1.4	Características estructurales	75
IV.3.2.1.5	Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	75

IV.3.2.1.6Especies de interés biológico	76
IV.3.2.1.7Especies utilizadas en la Región	77
IV.3.2.2Fauna.....	79
IV.3.2.2.1 Zoogeografía.....	79
IV.3.2.2.2 Registros faunísticos para el estado y Sistema Ambiental	83
IV.3.2.2.3 Fauna silvestre registrada en el sitio del Proyecto	85
IV.3.2.2.4 Resultados de los muestreos por grupo taxonómico	85
IV.3.2.2.5 Corredores biológicos y rutas de desplazamiento de la fauna silvestre	86
IV.3.2.2.6 Especies endémicas registradas	90
IV.3.2.2.7 Abundancia relativa de cada grupo zoológico.....	90
IV.3.2.2.8 Permanencia o estacionalidad.....	92
IV.3.2.2.9 Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 registrados en el sitio del Proyecto	93
IV.3.2.2.10 Especies incluidas en CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres).....	94
IV.3.2.2.11 Especies con valor utilitario o de aprovechamiento	94
IV.3.3 Paisaje.....	97
IV.3.3.1 Análisis de visibilidad.....	98
IV.3.3.1.1 Cuenca visual.....	98
IV.3.3.1.2 Unidades y elementos de paisaje.....	102
IV.3.3.1.3 Calidad paisajística.....	103
IV.3.3.1.4 Fragilidad visual del paisaje.....	108
IV.3.4 Medio socioeconómico	111
IV.3.4.1 Demografía.....	114
IV.3.4.2 Economía y empleo	117
IV.3.4.3 Marginación.....	119
IV.3.4.4 Servicios.....	120
IV.3.4.4.1 Salud.....	120
IV.3.4.4.2 Educación.....	121
IV.3.4.4.3Factores socioculturales	122
IV.3.5Diagnóstico ambiental	122
IV.3.5.1Integración e interpretación del inventario ambiental.....	122
IV.3.5.1.1Descripción del Sistema Ambiental.....	122
IV.3.5.1.2Síntesis del inventario ambiental.....	136

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 4.1. Componentes y subcomponentes evaluados para la delimitación del Sistema Ambiental para el Proyecto.	9
Cuadro 4.2. Temperaturas máximas, mínimas y medias, registradas en las estaciones meteorológicas Cananea y Buenavista.....	16
Cuadro 4.3. Precipitación mensual registrada en las estaciones Cananea y Buenavista.....	18
Cuadro 4.4. Evaporación potencial promedio mensual reportada por la estación Buenavista. .	18
Cuadro 4.5. Vientos dominantes promedio en las estaciones meteorológicas Buenavista y Observatorio.....	20
Cuadro 4.6. Número de días con lluvia, niebla, granizo y tormentas en el Área de Influencia del Proyecto (Promedio mensual de 1971 a 2000).....	22
Cuadro 4.7. Cuadro. Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos por municipio y estado.....	23
Cuadro 4.8. Cuadro. Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos de fuentes fijas por sector SCIAN.....	23
Cuadro 4.9. Cuadro. Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos por fuente, 2008 (Toneladas).....	24
Cuadro 4.10. Cuadro. Resultados y comparación de los niveles de ruido.	24
Cuadro 4.11. Gastos máximos. Método de la Fórmula Racional.	47
Cuadro 4.12. Resultados del análisis fisicoquímico de las muestras de agua superficial del arroyo La Bombita.....	52
Cuadro 4.13. Consumos promedio de agua en el periodo 2001 a 2006 por Buenavista del Cobre.....	58
Cuadro 4.14. Caracterización del agua subterránea de los pozos de monitoreo.....	60
Cuadro 4.15. Resultados del análisis fisicoquímico de las muestras de agua subterránea tomadas en los pozos de monitoreo.	61
Cuadro 4.16. Disponibilidad de agua subterránea en los acuíferos Río San Pedro, Río Bacoachi y Río Bacanuchi.....	64
Cuadro 4.17. Especies vegetales que pudieran encontrarse en el Sistema Ambiental (según Shreve y Wiggins, 1964; Rzedowski, 1978; Henrickson y Johnston, 1997; Lomolino et al., 2005).71	
Cuadro 4.18. Especies faunísticas registradas en el área de influencia y SA con uso potencial (marcado con una X.....).....	95

Cuadro 4.19. Criterios según el Modelo de Rojas y Kong (1998, en SERNATUR, 2006), para valorar la calidad paisajística, marcando en amarillo el criterio más adecuado para el sitio del Proyecto.....	104
Cuadro 4.20. Características visuales más destacadas, de los diferentes componentes paisajísticos de la cuenca visual.	106
Cuadro 4.21. Criterios según el Modelo de Rojas y Kong (1998, en SERNATUR, 2006), para valorar la calidad paisajística, marcando en amarillo el criterio más adecuado para el sitio del Proyecto.....	109
Cuadro 4.22. Localización geográfica en Coordenadas Métricas (UTM zona 12) de las localidades presentes en el Sistema Ambiental.....	112
Cuadro 4.23. Población total por sexo, para las localidades que se encuentran dentro del Sistema Ambiental.....	116
Cuadro 4.24. Población total por grupos de edad, por localidad cercana al sitio del Proyecto.	116
Cuadro 4.25. Población económicamente activa por localidad para el municipio de Cananea, ubicada dentro del Sistema Ambiental.....	117
Cuadro 4.26. Indicadores socioeconómicos, índice y grado de la ciudad de Cananea.	119
Cuadro 4.27. Población usuaria de los servicios médicos de las instituciones públicas del sector salud por régimen e institución, según localidad de atención al usuario.	120
Cuadro 4.28. Población de 15 años y más por condición de alfabetismo por localidad dentro del Sistema Ambiental.....	121
Cuadro 4.29. Caracterización de la situación actual de los diferentes componentes del Sistema Ambiental; descripción de las principales interacciones entre elementos, grado de conservación y capacidad de asimilación de probables impactos ambientales.	127

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1. Metodología empleada en la determinación del Sistema Ambiental para el Proyecto.....	12
Figura 4.2. Ubicación geográfica del Sistema Ambiental para el Proyecto “ESDE II”.....	14
Figura 4.4. Rasgos climáticos: isólinea de evapotranspiración, isoyeta, isoterma y humedad en el suelo en el SA.....	19
Figura 4.5. Distribución de frecuencia de vientos según rango de dirección en la estación meteorológica Buenavista.....	21
Figura 4.6. Distribución de frecuencia de vientos según rango de dirección en la estación meteorológica Observatorio ubicada en la Sierra La Mariquita al Norte del Sistema Ambiental.....	21
Figura 4.7. Distribución de las Provincias Fisiográficas en el SA y sitio del Proyecto.....	27
Figura 4.8. Ubicación geográfica de las Subprovincias fisiográficas en el SA y sitio del Proyecto.....	28
Figura 4.9. La Sierra Elenita ubicada en el oeste del SA.....	29
Figura 4.10. Planicie en el SA que es parte de la unidad geomorfológica Valles Aluviales, en la Subprovincia de Sierras y Valles del Norte.....	30
Figura 4.11. La Sierra Mariquita en su extensión septentrional-meridional.....	30
Figura 4.12. Geología en el Sistema Ambiental.....	32
Figura 4.15. Regiones hidrológicas del Noroeste de México, destacando la ubicación de la RH 7 Río Colorado, RH 8 Sonora Norte y RH 9 Sonora Sur, así como la localización del SA y sitio del Proyecto.....	42
Figura 4.16. Hidrología Superficial en el SA.....	43
Figura 4.17. Hidrología Superficial en el Sitio de Proyecto.....	45
Figura 4.18. Terreros antiguos de la Mina y la concentración del drenaje tipo DAM aguas arriba del área afectada.....	48
Figura 4.21. Tipo de Vegetación y Uso del Suelo dentro del Sistema Ambiental y del sitio del Proyecto.....	67
Figura 4.22. Vista de la infraestructura de la mina en operación y al fondo se observan pequeños manchones de vegetación con arbustos pequeños.....	68
Figura 4.23. Infraestructura de la mina en operación, nuevamente con pequeños manchones de vegetación secundaria arbustiva.....	69
Figura 4.29. Cuenca visual, vista desde un punto de observación en el sitio del Proyecto, donde se encuentra la represa EL Cacahuate, Buenavista del Cobre.....	100

Figura 4.30. Cuenca visual, vista desde un punto de observación en el sitio del Proyecto, al fondo se observa la subestación de los trenes de solventes, tanques de la planta ESDE II y taludes de lixiviación.....	100
Figura 4.31. Paisaje y cuenca visual en el SA y sitio del Proyecto.....	101
Figura 4.32. Pequeños manchones de arbustos de <i>Prosopis juliflora</i> (mezquite), dentro del Sitio del Proyecto.....	102
Figura 4.33. Visibilidad del paisaje en zonas con menor abundancia de especies vegetales, sin obstrucción visual de las mismas. Al fondo se observa los taludes y terreros de lixiviación. ..	103
Figura 4.34. Ubicación geográfica de las localidades presentes en el Sistema Ambiental en donde se encuentra incluido el sitio del Proyecto.....	113
Figura 4.35. Mapa de grado de Marginación por municipio en el Estado de Sonora.....	115
Figura 4.36. Proporción de la población por sexo, con respecto a la población total del municipio de Cananea.....	116
Figura 4.37. Proporción de la población económicamente activa (PEA) e inactiva (PEI), con respecto a la población total, del municipio de Cananea.....	118
Figura 4.38. Proporción de población ocupada presente en el Sistema Ambiental, con respecto a la población total, del municipio de Cananea.....	118
Figura 4.39. Proporción de la población derechohabiente por Institución Pública de Salud, respecto al total de la población en el municipio de Cananea.....	121

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 4.1.** Metodología empleada para la elaboración del apartado de **Clima**.
- Anexo 4.2.** Metodología empleada para la elaboración del apartado de **Geología y geomorfología**.
- Anexo 4.3.** Metodología empleada para la elaboración del apartado de **Hidrología superficial y subterránea**.
- Anexo 4.4.** Metodología empleada para la elaboración del apartado de **Vegetación**.
- Anexo 4.5.** Listado faunístico elaborado mediante recopilación bibliográfica, de los vertebrados reportados para el municipio de Cananea y municipios vecinos (Agua Prieta, Ímuris, Santa Ana) del Sistema Ambiental.
- Anexo 4.6.** Listado faunístico elaborado para el Sitio del Proyecto.
- Anexo 4.7.** Metodología empleada para la elaboración del apartado de **Fauna**.
- Anexo 4.8.** Metodología empleada para la elaboración del apartado de **Paisaje**.

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

En el presente capítulo se analiza la descripción del Sistema Ambiental para el Proyecto “**ESDE II**”, ubicado en el municipio de Cananea, Sonora, basándose principalmente en la descripción y análisis de sus características físicas y bióticas, grado de conservación y otros componentes (sociodemográficos) que se presentan.

Para este propósito, se llevaron a cabo visitas de trabajo al sitio del Proyecto, para obtener observaciones y datos de campo. Posteriormente, dicha información se contrastó con la emitida por el INEGI (a través de sus diferentes cartas temáticas), por CONABIO, CONAGUA, INE, así como de distintas fuentes bibliográficas especializadas. La integración de la información se realizó tomando como base las características de los elementos descritos por INEGI, completada con la información de campo.

Los componentes y subcomponentes evaluados para la delimitación del Sistema Ambiental como parte de la caracterización ambiental del sitio del Proyecto, se presenta en el Cuadro 4.1, atribuyendo a cada componente y subcomponente un porcentaje en superficie de correspondencia en el Sistema Ambiental. Para esto, ha sido importante definir en primera instancia al Sistema Ambiental dentro del cual está inmerso el sitio del Proyecto.

IV.1 Definición del Sistema Ambiental y Área de Influencia

Conceptualmente, el Sistema Ambiental (SA) se define como un espacio geográfico delimitado a partir de la interacción homogénea de los componentes ambientales abióticos, bióticos y socioeconómicos. Una vez definido conceptualmente el SA, se procedió a su delimitación para la zona en donde se encuentra el sitio del Proyecto. Su delimitación se realizó al sobreponer cartas temáticas en un Sistema de

Información Geográfica (SIG), tomando como base a los componentes: [i] bióticos (tipo de vegetación y uso del suelo); [ii] abióticos (topografía, geología, clima, hidrología y fisiografía); y [iii] socioeconómicos (municipios y comunidades cercanas) (Figura 4.1). Toda esta información fue verificada usando la herramienta técnica con que cuenta la SEMARNAT, llamada Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental (SIGEIA), creada para identificar las condiciones ambientales de manera general en lo que sería el SA para el Proyecto.

Cuadro 4.1. Componentes y subcomponentes evaluados para la delimitación del Sistema Ambiental para el Proyecto.

Componente	Subcomponente	Proporción
TIPOS DE VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO	Agricultura de Riego	0.003
	Bosque de Encino con Vegetación Secundaria Arbustiva	26.62
	Pastizal Natural	34.12
	Pastizal Natural con Vegetación Secundaria Arbustiva	1.91
	Pastizal Inducido	0.006
	Sin Vegetación Aparente (cuerpos de agua, zona urbana, jales etc.)	37.33
SUELO	Leptosol	5.477
	Luvisol	9.10
	No aplicable (cuerpos de agua, zona urbana, jales etc.)	10.43
	Phaeozem	51.33
	Planosol	13.98
	Regosol	9.67
GEOLOGÍA	Aluvial	1.86
	Arenisca - Toba Ácida	3.47
	Conglomerado	47.74
	Pórfido Riolítico	7.00
	Rioacida	0.38
	Toba Ácida	24.96
	No aplicable (cuerpos de agua, zona urbana, jales etc.)	14.54
CLIMA	Semiárido templado	100

Cuadro 4.1. Componentes y subcomponentes evaluados para la delimitación del Sistema Ambiental para el Proyecto.

Componente	Subcomponente	Proporción
FISIOGRAFÍA	Provincia Sierra Madre Occidental, Subprovincia Sierras y Valles del Norte	78.64
	Provincia Sierras y Llanuras del Norte Subprovincia Llanuras y Medanos del Norte	21.352
HIDROLOGÍA	Región Hidrológica Sonora Sur, Cuenca Hidrológica R. Sonora , Subcuenca Hidrológica R. Sonora - Arizpe	76.354
	Región Hidrológica Sonora Sur, Cuenca Hidrológica R. Sonora , Subcuenca Hidrológica R. Bacanuchi	23.646
SOCIOECONÓMICO	Municipio de Cananea	100

La superficie total que abarca el SA, es de aproximadamente 12,461.1794 ha, mientras que la superficie que ocupa el sitio del Proyecto corresponde a 22.9800 ha (229,800.0000 m²), lo que indica que el sitio del Proyecto ocupa un 0.184% con respecto a la superficie total del SA.

El 78.64% del SA determinado para el Proyecto, se encuentra dentro de la Provincia “Sierra Madre Occidental”, el gran sistema montañoso formado por la acumulación de material volcánico con espesores que oscilan entre 1,500 y 1,800 m, y que se extiende con dirección Noroeste-Sureste, con prominencias de hasta 3,000 m s.n.m.; al igual que se encuentra dentro de la Subprovincia “Sierras y Valles del Norte” y en menor proporción (21.35%) del SA, se encuentra dentro de la Subprovincia de “Llanuras y Médanos del Norte”, que forma parte de la Provincia de “Sierras y Llanuras del Norte”.

El SA está delimitado al Norte por la cota que corre de 1,400 a 1,850 m s.n.m.; al Este con la cota de 1,400 a 1,680 m s.n.m.; al Oeste la cota corre a los 1,580 a 2,240 msnm; mientras que al Sur comprende de los 1,400 a 1,820 msnm, presentando alturas máximas en el SA de 2,300 msnm.

En la parte central del SA, de Norte a Sur, se encuentran depósitos de conglomerados (47.74%); hacia los límites Sureste y Noroeste se encuentran depósitos de toba ácida (24.96%); en la parte Sureste – Centro se encuentra la presencia del afloramiento de Arenisca – toba Ácida (3.47%) y pórfido riolítico (7.0%) y, mientras que el 5.71 % del total de la superficie del SA corresponde a depósitos aluviales, arenisca – toba ácida y rioácida.

En la superficie del SA predominan cinco tipos de suelo (**Cuadro 4.1**), el tipo Phaeozem con aproximadamente un 51.33 %, mientras que el 13.98 % es de tipo Planosol, y en menor cantidad el Leptosol (5.47 %), Luvisol (9.10%) y Regosol (9.67 %).

La humedad del suelo en la mayor parte del SA, es baja durante 5 meses del año, que corresponden de agosto y diciembre a marzo, abarcando aproximadamente un 94.54% de su superficie total; mientras que en la parte Noroeste (5.45%), se presenta una mayor humedad en el suelo durante 6 meses del año, que corresponden a julio y agosto, y de diciembre a marzo.

El SA se encuentra incluido en la Región Hidrológica Sonora Sur, Cuenca Hidrológica R. Sonora, Subcuenca Hidrológica R. Sonora - Arizpe (76.35%) y Región Hidrológica Sonora Sur, Cuenca Hidrológica R. Sonora, Subcuenca Hidrológica R. Bacanuchi con el 23.64%. El clima aquí encontrado es del tipo semiárido templado, abarcando un 100% del área.

Los tipos de vegetación predominantes en el SA corresponden en su mayoría a Pastizal Natural (34.12%), Sin Vegetación Aparente (cuerpos de agua, zona urbana, jales etc.) con el 37.33%, Bosque de Encino con Vegetación Secundaria Arbustiva (26.62 %), Pastizal Natural con Vegetación Secundaria Arbustiva (1.91%), poca presencia de agricultura de riego (0.003%) al igual que Pastizal Inducido con (0.006%).

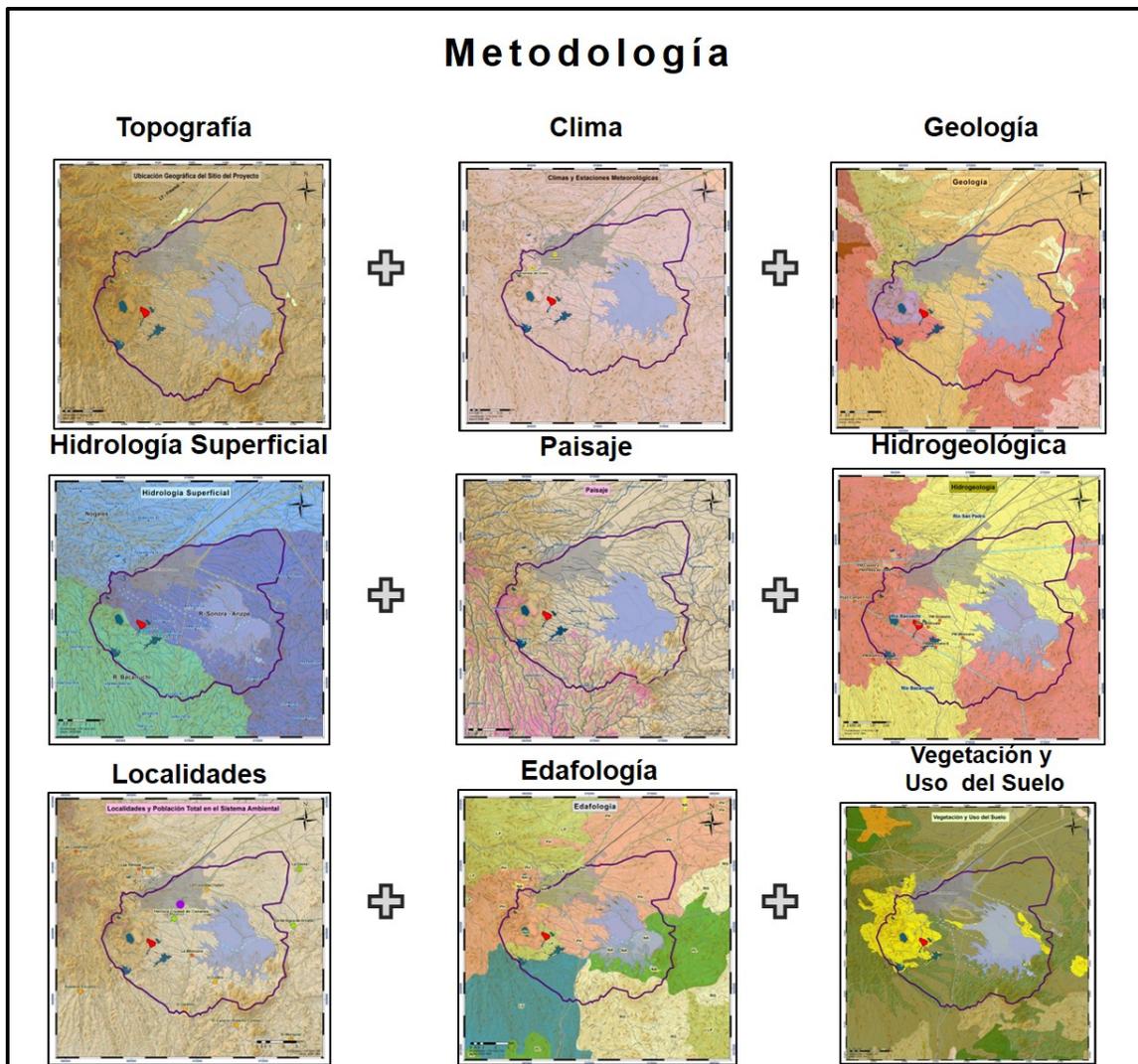


Figura 4.1. Metodología empleada en la determinación del Sistema Ambiental para el Proyecto.

IV.2 Delimitación del Sistema Ambiental (SA)

La determinación de los límites del SA, se realizó con el apoyo de las cartas topográficas escala 1:50,000 (H12B42, H12B43, H12B52, H12B53); las cartas temáticas (H1202 y H1205), Geología, Hidrología, Uso del Suelo y Vegetación, escala 1:250,000 de INEGI; y de la verificación de campo (Figura 4.2).

El SA comprende una superficie total de 12,461.1794 ha, totalmente ubicado dentro del municipio de Cananea, estado de Sonora. Esta zona se encuentra delimitada por los siguientes rasgos geomorfológicos:

Al Norte.- El límite Norte del SA está conformado por los límites de la Cuenca Hidrológica R. Sonora, Subcuenca Hidrológica R. Sonora – Arizpe, así como por elementos hidrográficos como el Barrilito, topográficos como El Mirador y Ladrillera, con variaciones en las cotas latitudinales 1,400 a los 1,850 m s.n.m.

Al Sureste.- Este límite está conformado por diferentes altitudes de 1,400 a 1,680 m s.n.m., así como elevaciones con toponímicos como El Mosco, El Cuatro y El Santo Domingo.

Al Sur.- Este límite está conformado por diferentes altitudes, se encuentran rasgos específicos como El Mezquite, El Aserradero y El Álamo, con elevaciones de 1,400 a 1,820 m s.n.m.

Al Oeste.- El rasgo limitante del SA que se encuentra al Oeste, está basado en la ubicación de diferentes rasgos altitudinales como El Aserradero, La Elenita y Campo del Toro con elevaciones de 1,580 a 2,240 m s.n.m.

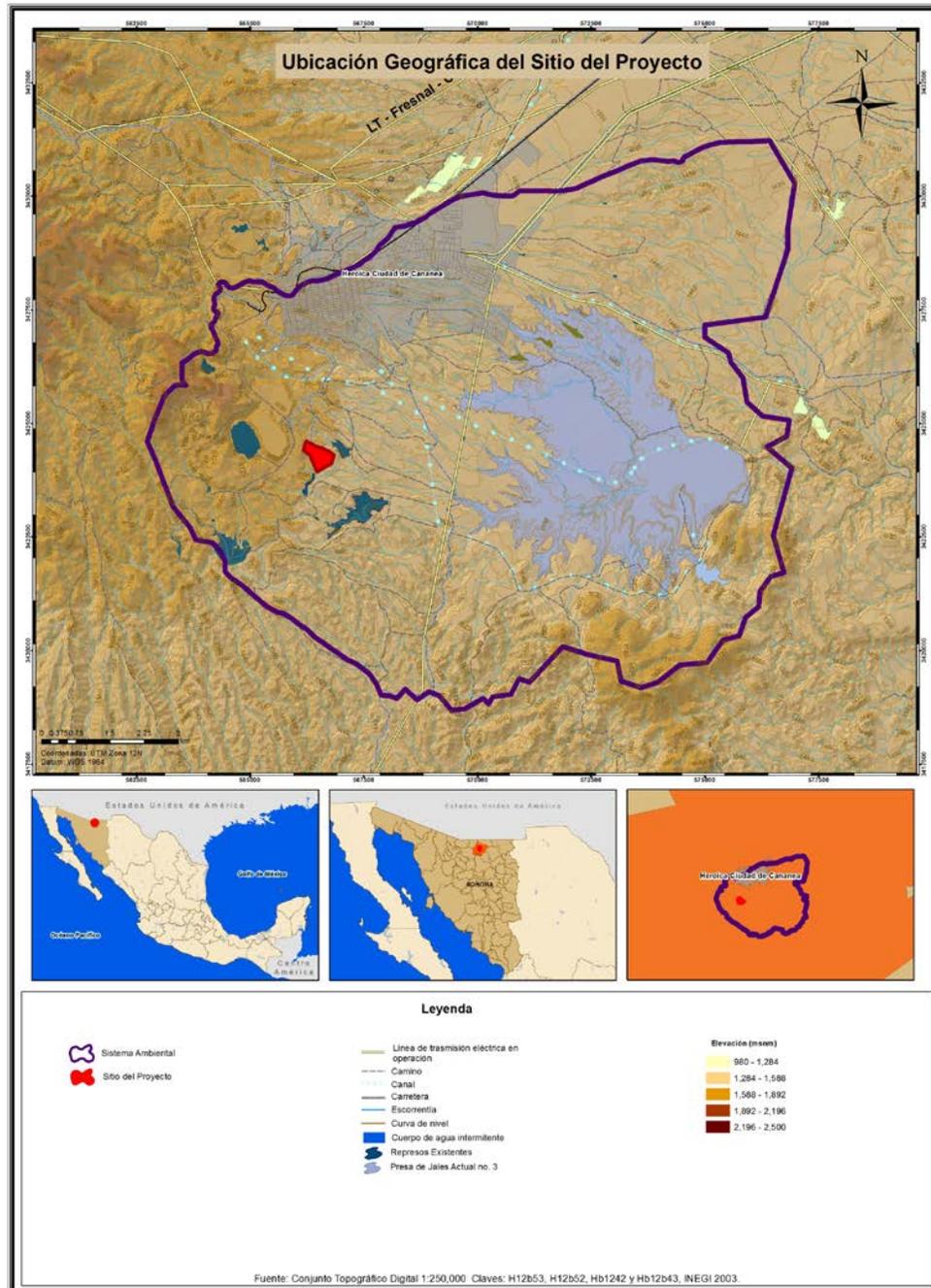


Figura 4.2. Ubicación geográfica del Sistema Ambiental para el Proyecto “ESDE II”.

IV.3 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental

IV.3.1 Aspectos abióticos

IV.3.1.1 Clima

Para el presente apartado, se consideró la información de dos estaciones meteorológicas: [i] La estación 26013 Cananea, ubicada en las coordenadas geográficas 30°58'48" N y 110°17'27" W, a una altitud de 1,600 m s.n.m.; y [ii] una estación que está ubicada dentro de las instalaciones de la empresa Buenavista del Cobre, localizada en las coordenadas geográficas 30°58'35.94" N y 110°19'13.51" W, a un altitud de 1,671 msnm.

El período de tiempo utilizado para este análisis comprende de 1971 al 2000 para la estación 26013 Cananea. La estación de Buenavista del Cobre reporta diferentes periodos de tiempo en el registro de datos, en el caso de precipitación se presentan datos que comprenden los años de 1950 a 2008, los registros de temperatura corresponden a los años de 2004 a 2011 (excepto los años 2008 y 2009 que no se cuenta con los registros y los datos de evaporación son de los años 1990 a 1996.

Según la clasificación de Köppen modificada por E. García (1988) y la información proporcionada por INEGI, en el SA y en el sitio del Proyecto se presenta un tipo de clima **BS₁k(x')**, “**semiárido templado**”. Este clima (BS₁) es un clima intermedio entre los climas áridos (BW) y húmedos (A o C), con un cociente de precipitación/temperatura P/T mayor de 22.9, con lluvias en verano y con más del 18% de precipitación anual en el invierno. La temperatura media anual es entre 12 y 18 °C; en el mes más frío entre -3 y 18°C; y en el mes más caliente, mayor a 18°C. En la **Figura 4.3**, se presentan el tipo de clima que se tiene registrado en el SA y el sitio del Proyecto.

En el Anexo 4.1, se presenta la metodología empleada para la elaboración del presente apartado.

IV.3.1.1.1 Temperatura

Los registros de temperatura media anual presentan una cierta diferencia entre los valores registrados en la estación meteorológica 26013 Cananea y en la estación ubicada en la empresa Buenavista del Cobre (Cuadro 4.2). Las temperaturas máxima anual y mínima anual registradas en la estación Buenavista presentan una diferencia mayor (25.7°C) respecto a la reportada en la estación 26013 Cananea (13.4°C), mientras la temperatura media anual es muy parecida. Este clima extremoso es muy definido en la estación Buenavista, con una temperatura que alcanza 39°C en junio y -6°C en diciembre. Históricamente, los meses más calurosos son junio y julio, mientras que diciembre es el mes más frío.

Cuadro 4.2. Temperaturas máximas, mínimas y medias, registradas en las estaciones meteorológicas Cananea y Buenavista.

Estación	Temperatura (°C)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
Cananea	Máxima	14.5	16.7	17.9	22.4	26.0	32.1	30.8	30.1	28.2	23.9	17.8	14.3	22.9
	Media	8.5	10.3	11.5	15.5	18.7	24.1	23.7	23.6	21.4	17.2	11.8	8.4	16.2
	Mínima	2.5	4.0	5.1	8.6	11.3	16.1	16.6	17.0	14.5	10.4	5.8	2.5	9.5
Buenavista	Máxima	22.8	23.8	27.7	30.6	34.0	39.0	38.2	33.8	33.5	31.6	27.5	22.9	30.3
	Media	8.5	10.6	13.1	17.4	20.2	24.7	25.5	21.9	21.6	17.3	13.7	7.5	16.6
	Mínima	-4.7	-5.7	-1.0	2.4	6.8	12.7	14.9	15.0	13.0	12.5	-1.3	-6.4	4.6

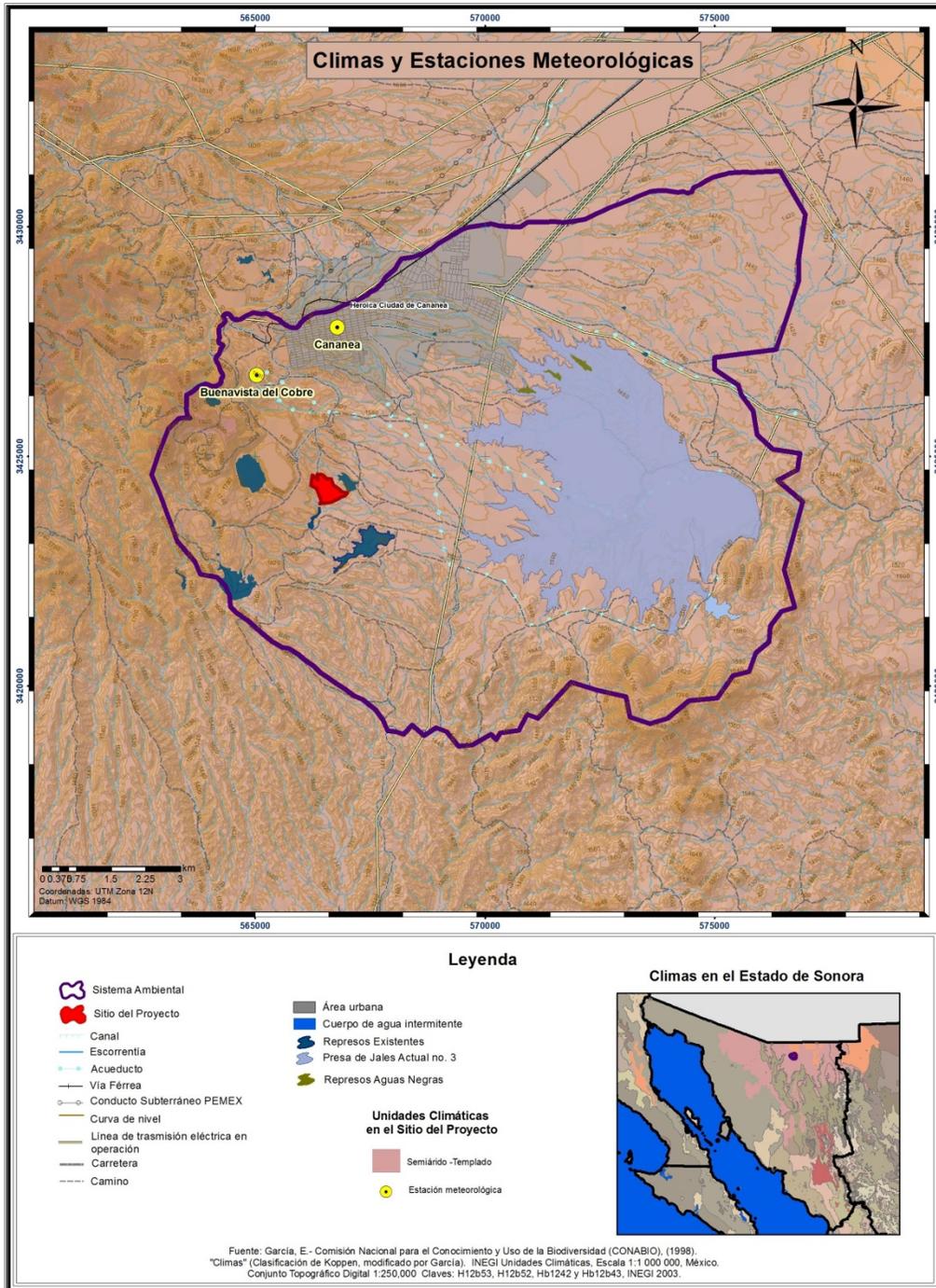


Figura 4.3. Tipos de clima registrados y ubicación geográfica de las estaciones climatológicas.

IV.3.1.1.2 Precipitación y evaporación

La precipitación media anual registrada en las estaciones Cananea y Buenavista, son de 510.7 y 604.8 mm, respectivamente (Cuadro 4.3). Los meses más lluviosos son julio y agosto, con valores superiores de 100 mm, mientras que los meses con menor precipitación son abril y mayo.

Los datos de la evaporación son reportados solamente para la estación Buenavista, con valor promedio anual de 2,371.4 mm, siendo los meses de mayo, junio y julio cuando se registra la mayor evaporación (Cuadro 4.4). Para la estación Cananea no se reportaron valores de evaporación. Igualmente, mientras la temperatura media mensual se incrementa, también se registran mayores valores de evaporación media mensual, con más de 300 mm en la estación Buenavista. Los meses más fríos (diciembre y enero), presentan bajos valores de evaporación, alrededor de 100 mm. En la Figura 4.4, se presentan la dirección de la isolínea de evapotranspiración real, isoyeta, isoterma y de escurrimiento. La duración del periodo con humedad significativa en el suelo depende principalmente de las unidades geomorfológicas, de las características meteorológicas y de las particularidades edafológicas de la región. En la mayor parte del SA se observa una humedad de suelo con una duración de 5 meses así como en el Sitio de Proyecto, solamente en las partes occidentales se detectaron humedades con una duración de 6 meses (Sierra Elenita).

Cuadro 4.3. Precipitación mensual registrada en las estaciones Cananea y Buenavista.

Estación	Precipitación (mm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
Cananea	Máxima	130.0	105.5	77.0	39.0	38.8	66.6	230.1	159.8	124.0	152.4	105.1	190.0	
	Media	45.5	28.7	24.1	6.2	7.6	17.5	123.9	89.6	56.2	46.1	22.5	42.8	510.7
Buenavista	Máxima	239.0	131.0	136.1	258.0	46.8	123.0	259.6	253.8	156.5	284.1	199.0	244.8	
	Media	46.9	39.9	27.1	18.6	11.6	24.4	129.4	130.2	55.2	39.3	29.3	52.9	604.8
	Mínima	0.8	0.50	0.5	0.0	0.0	1.0	23.3	20.1	2.8	1.8	0.0	1.3	

Cuadro 4.4. Evaporación potencial promedio mensual reportada por la estación Buenavista.

Evaporación (mm)													
Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
Buenavista	85.3	108.9	183.9	278.0	341.8	373.8	289.9	184.9	179.7	169.1	106.6	69.6	2371.4

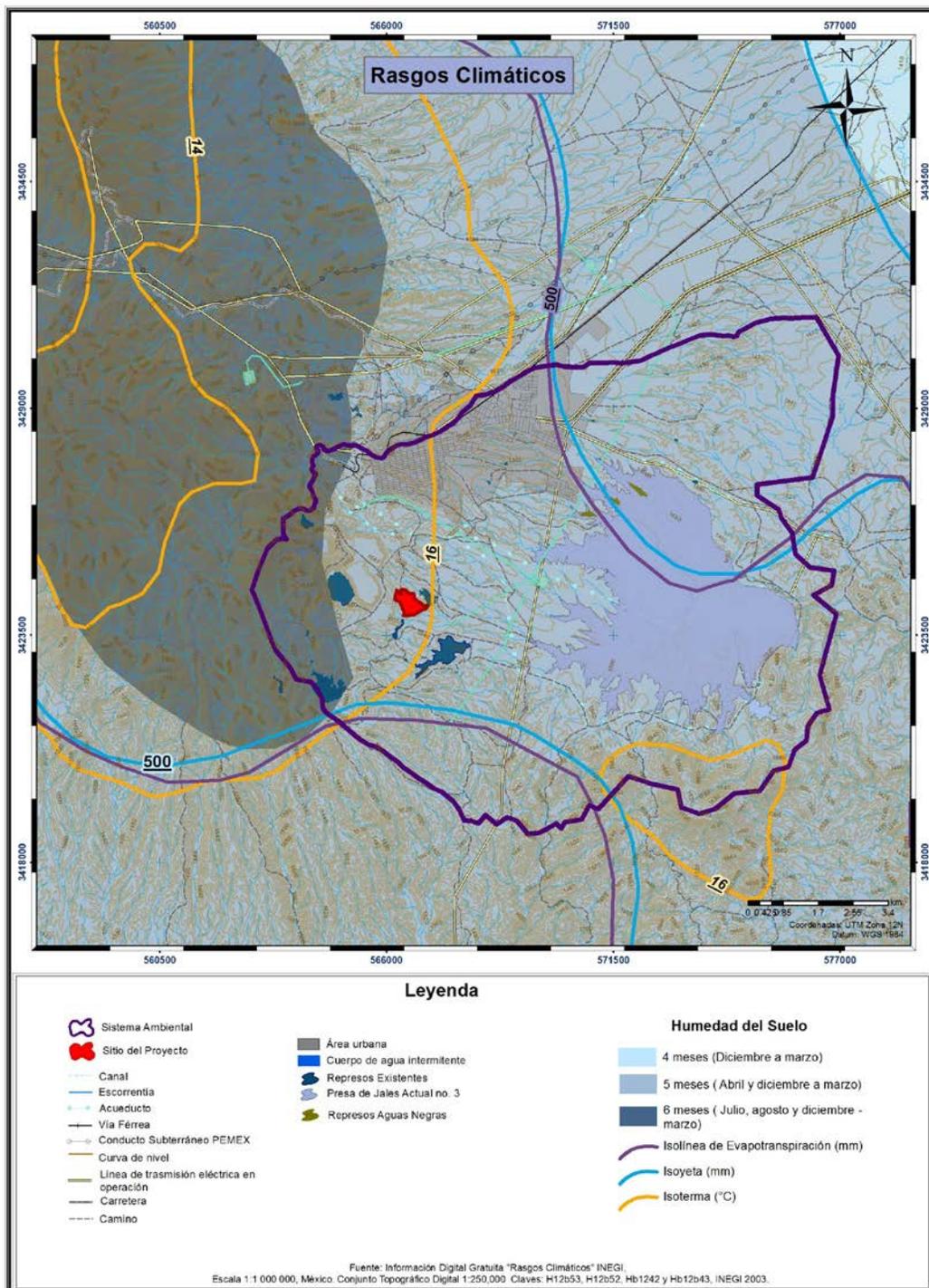


Figura 4.4. Rasgos climáticos: isolínea de evapotranspiración, isoyeta, isoterma y humedad en el suelo en el SA.

IV.3.1.1.3 Vientos dominantes

Los datos de vientos dominantes fueron capturados en la estación Buenavista (**Cuadro 4.5**) para el período 2013-2014 y en la estación Observatorio (ubicada en 31°03'12.21"N y 110°23'03.77"W) para el período 2012-2013, presentando direcciones preferentes del viento Suroeste-Sureste (hacia Norte) en la estación Buenavista en la mayoría del año y del Nor-Noroeste hacia Sur para la estación Observatorio. En la estación Buenavista cambia la dirección dominante en los meses de julio y agosto a Norte (hacia Sur). Las velocidades más altas se presentan en esta estación en la primavera (4.5 m/s en mayo), bajando en el verano y otoño (2.61 m/s en agosto y 2.97 m/s en septiembre). Para la estación Observatorio se reportan velocidades promedios mayores durante todo el año 2012-2013 (con un máximo en abril con 16.22 m/s y un mínimo en julio con 9.56 m/s). Se observa en la temporada de verano un cambio de dirección de viento (de SSE-E hacia NNO-O) acompañada con una bajada de velocidad (~10 m/s). Las direcciones y velocidades promedios de los vientos registrados se presentan en las **Figura 4.5** y **4.6**.

Cuadro 4.5. Vientos dominantes promedio en las estaciones meteorológicas Buenavista y Observatorio.

Estación	Viento	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Buenavista	Velocidad (m/s)	3.54	3.39	4.28	4.43	4.50	4.23	3.00	2.61	2.97	4.03	4.79	4.64
	Dirección	SO-SE	SO-SE	SO-SE	SO-SE	SO-SE	SO-SE	N	N	SO-SE	SO-SE	SO-SE	SO-SE
Observatorio	Velocidad (m/s)	14.17	15.81	16.08	16.22	16.14	13.50	9.56	9.72	11.47	11.42	11.50	14.00
	Dirección	N-O (SO-SSE)	NO-N (SSE)	N (SSE)	NO-N	NO-N	N	SSE	E	E	N-O	N-O (SSE)	NO-N

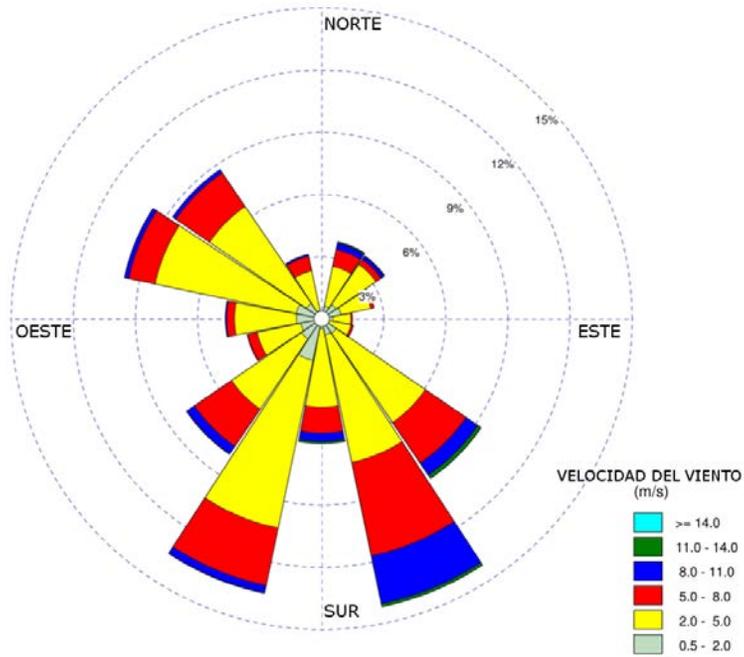


Figura 4.5. Distribución de frecuencia de vientos según rango de dirección en la estación meteorológica Buenavista.

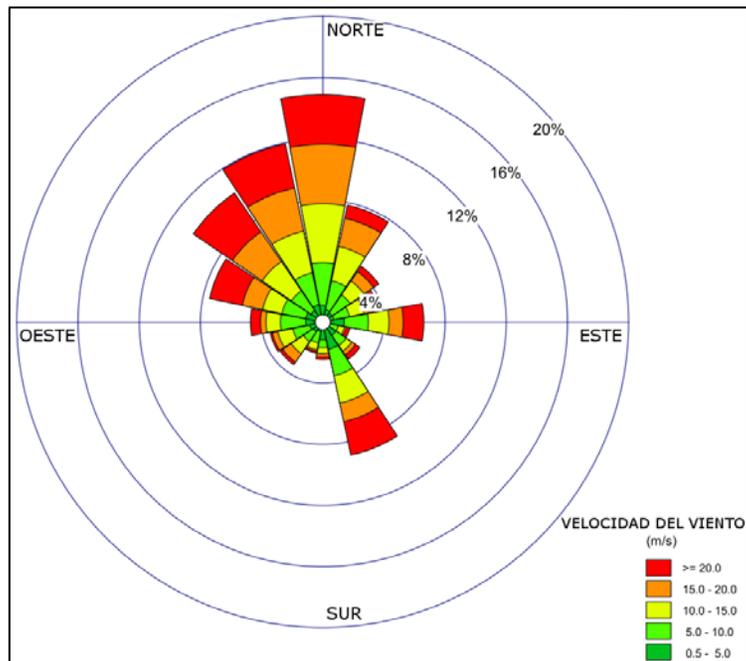


Figura 4.6. Distribución de frecuencia de vientos según rango de dirección en la estación meteorológica Observatorio ubicada en la Sierra La Mariquita al Norte del Sistema Ambiental.

IV.3.1.1.4 Fenómenos climatológicos

En el SA se presentan no sólo eventos de lluvias torrenciales, también eventos de neblina, granizo y tormentas eléctricas según registros de la estación Cananea, el número de días promedio mensual se describe en el Cuadro 4.6. Para la estación Buenavista no se registraron los datos de la ocurrencia de estos fenómenos.

Otro fenómeno que se presenta principalmente en invierno, son las heladas producidas por una disminución de la temperatura del ambiente hasta 0 grados y nevadas cubriendo con una capa de nieve el suelo, lo cual podría contribuir a la recarga de los acuíferos cuando se deshiela.

Cuadro 4.6. Número de días con lluvia, niebla, granizo y tormentas en el Área de Influencia del Proyecto (Promedio mensual de 1971 a 2000).

Estación	Eventos	EN E	FE B	MA R	AB R	MA Y	JU N	JUL	AG O	SE P	OC T	NO V	DI C	Anua I
Cananea	Lluvia	3.3	2.4	2.1	0.8	0.8	2.3	12.5	8.7	4.9	3.6	1.8	3.1	46.3
	Niebla	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0.6	0.7
	Granizo	0	0	0.2	0	0	0.1	0.2	0	0	0	0	0.1	0.6
	Tormenta Eléctrica	0	0	0	0	0	1.1	7.2	6.4	1.3	0.7	0	0	16.7

IV.3.1.1.5 Calidad del aire y ruido

La contaminación atmosférica depende en mayor parte de las actividades humanas las cuales son intensificadas o disminuidas por las condiciones climáticas. Algunos contaminantes causan efectos adversos sobre la salud ocasionando, por ejemplo, enfermedades respiratorias y problemas cardiovasculares (SEMARNAT, 2013). Para el municipio de Cananea se presentan en el **Cuadro 4.7** las emisiones atmosféricas para Óxido de azufre (SO₂), Monóxido de carbono (CO), Óxidos de nitrógeno (NOX), compuestos orgánicos volátiles (COV) y para las partículas menores a 10 micrómetros (PM 10) y menores a 2.5 micrómetros (PM 2.5), para el amoniaco (NH₃)

y carbón negro. En comparación se presenta las cantidades de emisiones a nivel estatal.

Cuadro 4.7. Cuadro. Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos por municipio y estado.

Estado	Municipio	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NOX	COV	NH ₃	Carbón Negro
	Cananea	221.74	86.79	17.23	3,913.41	882.36	4,131.83	135.16	10.11
Sonora		21,829.70	11,736.02	76,632.97	189,574.76	147,018.18	686,646.78	37,703.65	1,135.42

Todos los valores en toneladas

En los **Cuadros 4.8 y 4.9** se presentan los inventarios de emisiones de contaminantes por sector SCIAN (Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte) y por fuente fija para el año 2008 en el Estado de Sonora (SEMARNAT, 2016a, b).

Cuadro 4.8. Cuadro. Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos de fuentes fijas por sector SCIAN.

Sector SCIAN	Número de empresas	Contaminante							
		SO ₂	CO	NOx	COV	PM10	PM2.5	NH ₃	Carbón Negro
Minería	12	117.36	80.18	155.00	43.18	1,011.83	242.09	5.19	4.04
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	8	69,589.10	2,961.92	10,995.11	324.01	4,040.36	3,143.97	218.80	226.40
Industrias manufactureras	152	5,297.49	689.40	2,175.60	2,471.27	2,933.61	1,729.56	102.97	28.24
Transportes, correos y almacenamiento	7	0.11	0.18	2.03	1,254.83	0.17	0.17	0.01	0.02
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	12	117.36	80.18	155.00	43.18	1,011.83	242.09	5.19	4.04

Todos los valores en toneladas

Cuadro 4.9. Cuadro. Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos por fuente, 2008 (Toneladas).

Tipo de Fuente	Contaminante							
	SO ₂	CO	NO _x	COV	PM10	PM2.5	NH ₃	Carbón Negro
Fuentes fijas	75,004.07	3,731.68	13,327.73	4,093.28	7,985.97	5,115.79	326.97	258.71
Fuentes de área	677.51	29,100.85	11,764.46	51,958.10	12,663.67	5,564.27	36,828.76	431.90
Fuentes móviles	587.74	152,028.89	13,009.13	17,396.80	213.47	124.79	547.35	42.23
Fuentes móviles que no circulan por carretera	363.65	4,713.34	9,501.56	1,066.11	966.58	931.17	0.57	402.58
Fuentes naturales	-	-	99,415.30	612,132.49	-	-	-	-

Todos los valores en toneladas

En 2014 Intertek (2014) elaboró para Buenavista de Cobre un informe técnico para la “Evaluación del nivel de emisión de ruido de las fuentes fijas”. Para el objetivo de estudio se seleccionaron zonas críticas en las instalaciones de la mina que colindan con la ciudad de Cananea. En el **Cuadro 4.10** se denominan estos sitios con sus respectivos niveles de ruido. La captación de ruido y su evaluación se hicieron conforme a la NOM-081-SEMARNAT-1994 que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. En ninguno de estos sitios donde se monitorearon en horarios diurno y nocturno en condiciones representativas y normales de trabajo, no se rebasaron el valor límite de los horarios mencionados.

Cuadro 4.10. Cuadro. Resultados y comparación de los niveles de ruido.

Zona crítica	Sitio de medición	Nivel de emisión de la fuente fija		Límites máximos permisibles	
		Evaluación diurna	Evaluación nocturna	diurna	nocturna
1	Puerta No. 1	66.19	38.46	68	65
2	Puerta No. 3	53.67	42.51		
3	Área 70	63.49	62.04		
4	La Roca	37.32	40.74		
5	Puerta No. 10	48.24	43.92		
6	Puerta No. 6	62.68	37.68		

Todos los valores en dB(A)

IV.3.1.2 Geología y geomorfología

IV.3.1.2.1 Geología regional

El estado de Sonora forma parte de un arco magmático que se extiende desde Alaska hasta el Noroeste de México, constituido por rocas ígneas jurásicas y variaciones litológicas en diferentes partes del estado que son provocadas por las estructuras tectónicas regionales, como la Megacizalla Mojave-Sonora, la Falla San Antonio y la Falla Los Ajos, las cuales limitan el Altar de Cananea, la Cuenca Bisbee y la Cuenca San Antonio (Rodríguez-Castañeda y Anderson, 2010).

El sistema de fallas y el magmatismo son consecuencia de la subducción de la placa Farallón debajo de la placa de Norteamérica y de la apertura del Golfo de California desde el Jurásico Tardío (Rodríguez-Castañeda, 2003). El conjunto de eventos forma una zona orientada Noroeste-Sureste, que se define por la yuxtaposición de rocas precámbricas, paleozoicas y jurásicas. Se reconocen rocas precámbricas en el Alto de Cananea, limitado por las fallas Los Ajos al Noreste y San Antonio al Suroeste. En el Noreste de la Falla Los Ajos se ubica la Cuenca Bisbee, donde se depositaron materiales clásticos del Cretácico pertenecientes al Grupo Bisbee (Rodríguez-Castañeda, 2003). Al Suroeste de la Falla San Antonio y al Noreste de la Megacizalla Mojave-Sonora, se localiza la Cuenca San Antonio, presentando un basamento de rocas ígneas jurásicas de arco magmático. Hacia el Sur de la Megacizalla Mojave-Sonora, el basamento está compuesto por rocas precámbricas con edades de 1,700 a 1,800 Ma (Rodríguez-Castañeda, 2003). En el Anexo 4.2, se presenta la metodología empleada para la elaboración de este apartado.

IV.3.1.2.2 Geomorfología y Fisiografía

La mayor parte del SA y el sitio de proyecto se localizan en el Norte de la Provincia Fisiográfica “Sierra Madre Occidental” (Raíz, 1959; CONAGUA, 2010) (**Figura 4.7**). La Provincia Fisiográfica “Sierra Madre Occidental” se caracteriza por un gran sistema montañoso del mismo nombre, formado por rocas volcánicas y altitudes que alcanzan 3,000 msnm (fuera del SA). Sus condiciones geológicas y climatológicas han

favorecido la formación de profundos cañones. Esta Provincia Fisiográfica comprende partes de los estados de Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Durango, Zacatecas, Nayarit, Aguascalientes y Jalisco, con orientación Noroeste-Sureste.

La Provincia “Sierra Madre Occidental” está dividida en varias Subprovincias. El SA del Proyecto se ubica en la Subprovincia “Sierras y Valles del Norte” (**Figura 4.8**). Esta Subprovincia está formada por sierras separadas por amplios valles paralelos con orientación Norte-Sur. Las estructuras más altas en la región se caracterizan por las Sierras de Los Ajos (2,645 m s.n.m.), El Manzanal (1,600 m s.n.m.), La Elenita (2,490 msnm) y La Mariquita (2,510 m s.n.m.). Se nota un decrecimiento en las altitudes del Norte hacia el Sur, donde la Sierra Elenita, al Norte del SA, alcanza altitud mayores de 2,400 m s.n.m., mientras en el Sur, se registran altitudes de hasta 1,000 m s.n.m.

Una parte pequeña en el Nordeste del SA forma parte de la Subprovincia “Llanuras y Médanos del Norte”, perteneciente a la Provincia Fisiográfica “Sierras y Llanuras del Norte”. Esta Subprovincia está caracterizada por extensos valles aluviales intercalados con algunas sierras con depósitos de rocas sedimentarias (principalmente conglomerados), y pequeños afloramientos de rocas ígneas intrusivas ácidas (Figura 4.8).

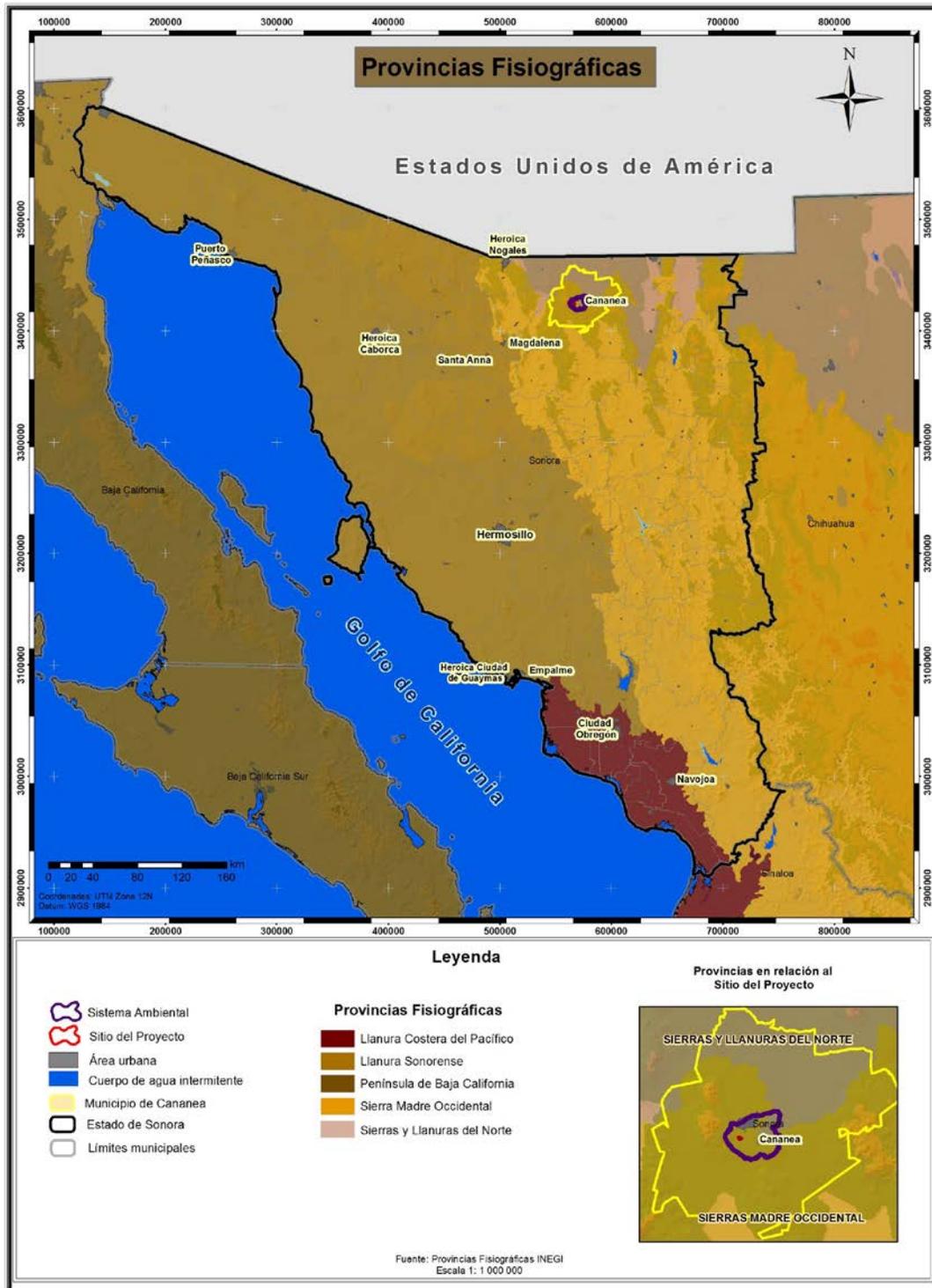


Figura 4.7. Distribución de las Provincias Fisiográficas en el SA y sitio del Proyecto.

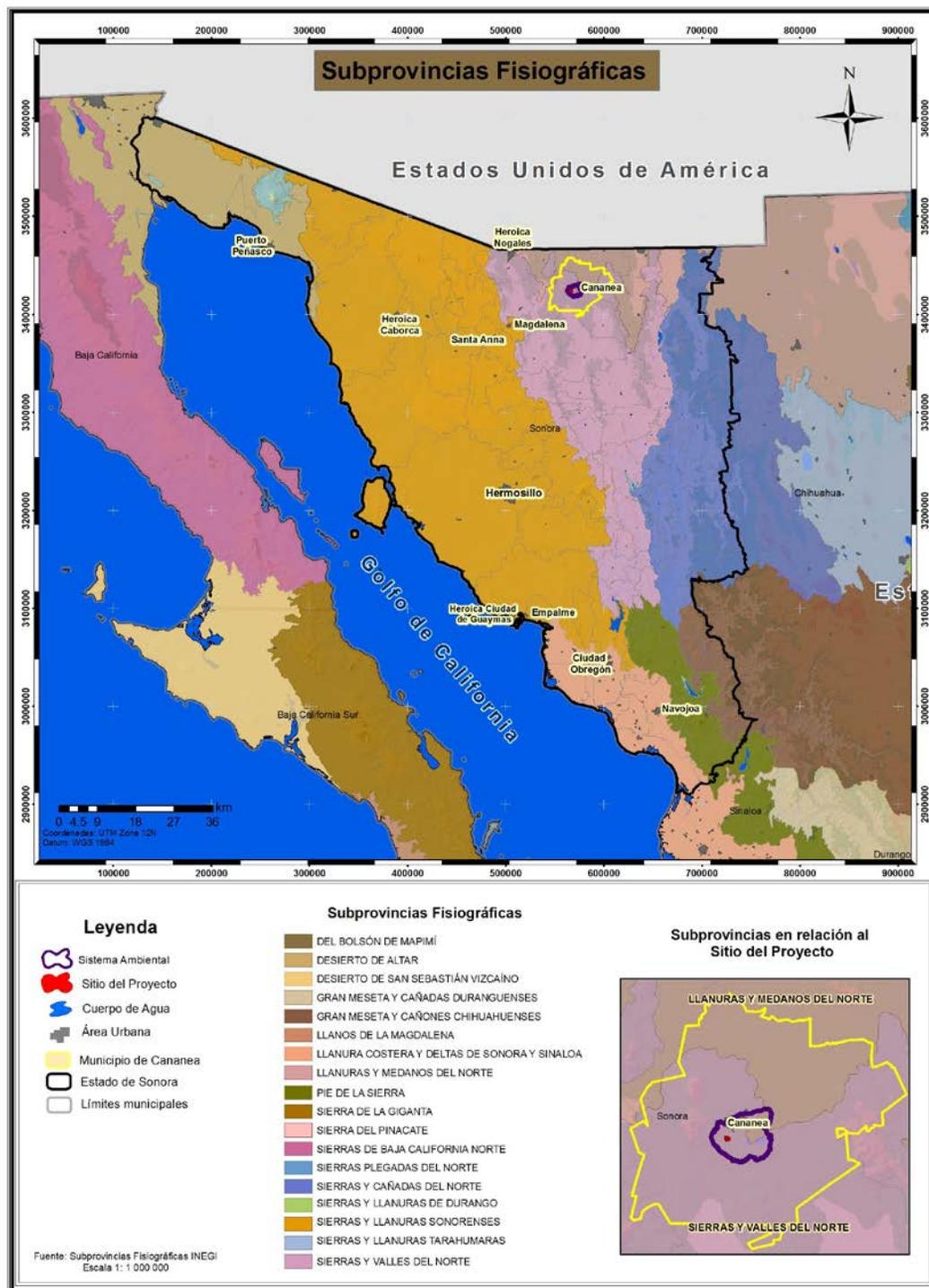


Figura 4.8. Ubicación geográfica de las Subprovincias fisiográficas en el SA y sitio del Proyecto.

Se identificaron en el SA dos unidades geomorfológicas en las cuales la primera se denominada como Sierra Alta, está caracterizada por un conjunto de sierras, cuyas elevaciones varían de 1,500 a 2,500 m s.n.m. Estas sierras se encuentran escarpadas en algunas partes, dependiendo del tipo de roca; las pendientes varían de 15 a 20%. En el SA esta unidad geomorfológica está representada por la Sierra Elenita (**Figura 4.9**) constituida por rocas graníticas con afloramientos de unidades paleozoicas. La segunda unidad geomorfológica identificada en el Nordeste del SA es el Valle Aluvial Intermontano representado por el Valle del Río San Pedro el cual es un amplio y extenso valle con orientación Norte-Nordeste hacia Sur-Sudoeste. Este valle tiene aproximadamente 45 km de largo y 34.4 km de ancho en la parte más amplia. Circundando al valle del Río San Pedro, se encuentran varias sierras con una dirección Norte-Sur y en algunos casos con dirección Noroeste-Sureste. Las elevaciones de este valle son en promedio de 1,500 msnm con lomeríos que pueden tener elevaciones hasta de 100 m sobre la base de los valles con pendientes en general menores al 5 % (**Figura 4.10**).



Figura 4.9. La Sierra Elenita ubicada en el oeste del SA.



Figura 4.10. Planicie en el SA que es parte de la unidad geomorfológica Valles Aluviales, en la Subprovincia de Sierras y Valles del Norte.

Al Norte del SA se localiza la Sierra La Mariquita (**Figura 4.11**), conformada por rocas de origen volcánico de composición riolítica y tobácea.



Figura 4.11. La Sierra Mariquita en su extensión septentrional-meridional.

El sitio de Proyecto se encuentra a una altitud que varía en el Noroeste de 1,620 m s.n.m. bajando a 1,580 m s.n.m. en el Sudeste y presenta características topográficas que equivale a un terreno de lomeríos con pendientes generales que varían de 5 a 10%.

IV.3.1.2.3 Es tratigrafía

En el SA se encuentran afloramientos de rocas de origen sedimentario e ígneo, con edades que varían desde el Jurásico hasta el Reciente (SGM, 2003; CONAGUA, 2010). En la **Figura 4.12** se presentan las unidades geológicas que se encuentran en el SA y Sitio del Proyecto. Las unidades más antiguas en la región se localizan en la Sierra Los Ajos (fuera del SA) y en el distrito minero de Cananea (al Oeste del SA) representado por rocas precámbricas, compuestas por esquistos de biotita y sericita, que son intrusionados por rocas graníticas con edad de 1,425 a 1,475 Ma (SGM, 2003).

Sobre las rocas del Precámbrico descansan discordantemente unidades paleozoicas que contienen rocas sedimentarias metamórficas (Cámbrico) y rocas sedimentarias continentales y marinas (Cámbrico, Devónico, Carbónico). Estas formaciones geológicas afloran en varias partes de la zona, en especial se conocen sus formaciones en el distrito minero de Cananea.

Las unidades geológicas del Mesozoico (Jurásico medio y Cretácico superior) afloran en la Sierra Elenita y en las estribaciones de la Sierra El Manzanal (SGM, 2003). En la Sierra Elenita, el Jurásico medio está constituido por riolitas y tobas riolíticas (Formación Elenita), de un período volcánico activo. Actividades volcánicas durante el Cretácico permitieron la formación de las rocas volcánicas constituidas principalmente por andesitas y tobas andesíticas (Formación Mesa) en el oeste y sur del SA, que también cubren el sitio del Proyecto, y de riolitas y dacitas en la Sierra Elenita (Formación Henrietta) (SGM, 2008).

Las unidades geológicas de edad Cenozoica están representadas en el SA por rocas volcánicas que se encuentran principalmente en la Sierra Elenita. En especial, se puede diferenciar dioritas que descansan discordantemente sobre las formaciones mesozoicas y paleozoicas (CONAGUA, 2010). Este evento se correlaciona con emplazamiento con el Batolito Laramide de Sonora, una unidad calcoalcalina de composición granodiorítica-tonalítica (**Figura 4.12**).

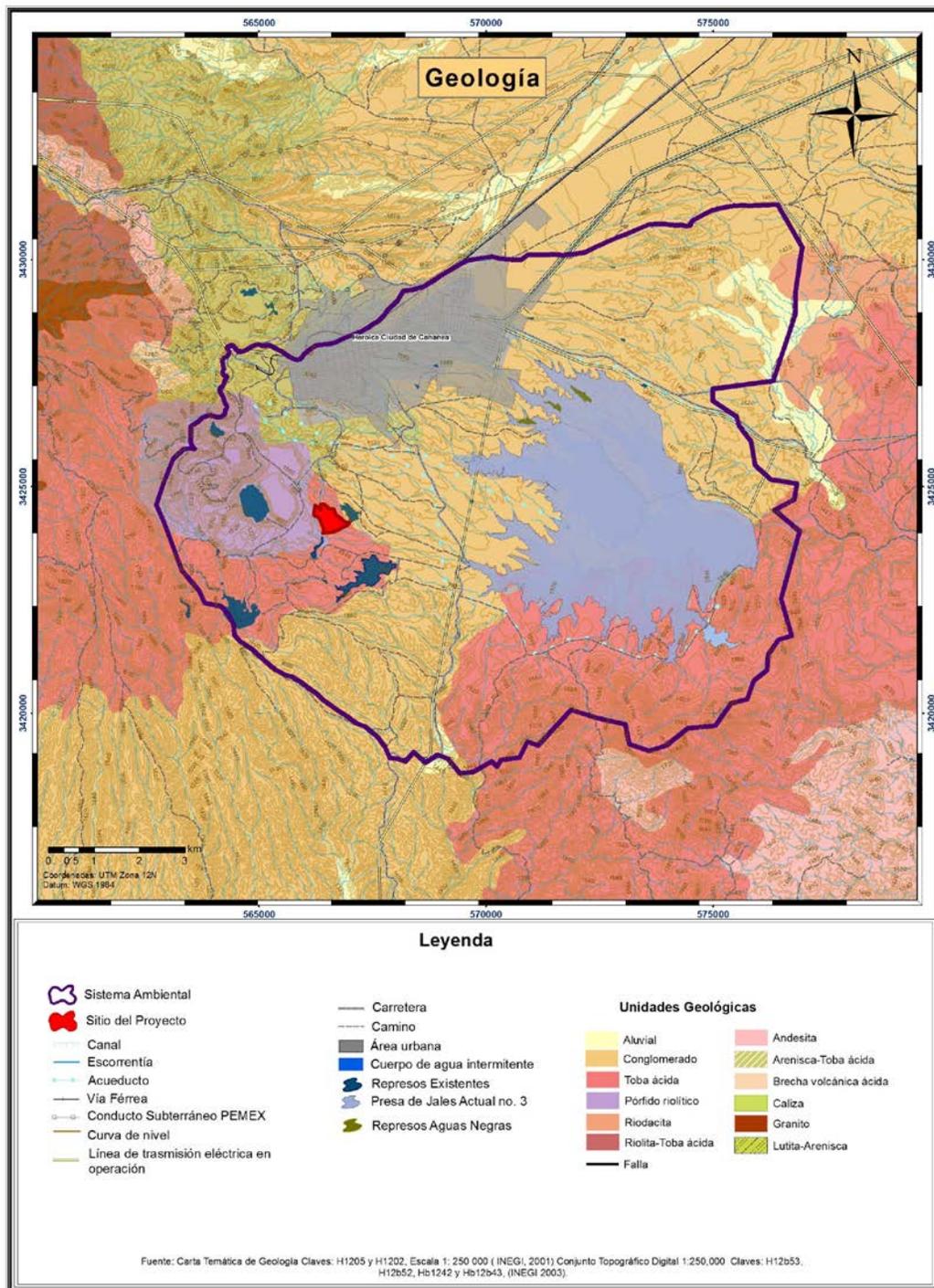


Figura 4.12. Geología en el Sistema Ambiental.

El periodo Plio-Cuaternario está caracterizado por el relleno de las cuencas tectónicas por sedimentos continentales detríticos constituido de conglomerados, areniscas y aluviones provenientes de la erosión de las rocas circundantes (CONAGUA, 2010).

Los plutones Laramídicos que se encuentran en la región son equigranulares, constituidos de granodioritas, cuarzomonzonitas y granitos (SGM, 1999). Investigaciones recientes en la zona de explotación, establecieron que el pórfido de cobre, la brecha y la mineralización tipo skarn en el distrito, están relacionados con pórfidos cuarzo-feldespáticos. La edad del pórfido mineralizado según el método Potasio-Argón (K-Ar), es entre 59 ± 2 Ma a 54 ± 2 Ma (SGM, 2003).

IV.1.1.1.1. Presencia de fallas y fracturas

La deformación Laramide afectó moderadamente a las rocas más antiguas del Complejo Volcánico Inferior en Sinaloa y a rocas volcánicas del Cretácico en Chihuahua central. En su fase final (Paleoceno y Eoceno temprano), se desarrollaron fracturas de tensión orientadas Este-Oeste a EsteNoreste - OesteSuroeste que contienen los principales depósitos de pórfidos cupríferos de la Sierra Madre Occidental. Las estructuras más antiguas en el distrito minero consisten en fallas de poco desplazamiento, orientadas OesteNoroeste y Noreste, mismas que localmente proporcionan los diques porfídicos y la mineralización.

La estructura geológica más notable en la región está asociada con la intrusión batolítica de edad Cretácico que elevó toda la región al poniente de la Sierra Madre Occidental. El levantamiento de esta zona por el batolito y los procesos orogénicos, así como el subsecuente ajuste de los bloques en forma escalonada del continente hasta el Golfo de California, formaron fallas en dirección Noroeste-Sureste (Falla Río Sonora, Falla Calera) limitando la fosa Jenoverachi, y en dirección Norte-Sur limitando la fosa Bacanuchi (Falla Bacanuchi, Falla Conitaca) (CONAGUA, 2010; SGM 1999, 2003).

El sitio del Proyecto se encuentra en el extremo Norte de la fosa tectónica Bacanuchi, la cual está delimitada por dos fallas geológicas principales: la Falla

Bacanuchi y la Falla Conitaca, ambas del tipo normal y con un desplazamiento vertical de 200 a 400 m; así como por otras fallas secundarias menores de desplazamiento, con dirección preferencial Noreste – Suroeste, todas ellas de inactivas.

IV.1.1.1.2. Susceptibilidad del sitio del Proyecto a sismos, deslizamiento y derrumbes

La actividad sísmica en la República Mexicana es el resultado de la interacción de las placas de Cocos, Norteamérica, Rivera y del Caribe. En general, en el país existen cuatro zonas sísmicas que se encuentran representadas en la Figura 4.13. El SA y el Sitio del Proyecto se ubican dentro de la región penisísmica, donde el riesgo de daños es bajo. Durante el período de 2010 a 2016 se registraron dentro de 100 km alrededor del SA 209 sismos de baja magnitud de 2.8 a 4.2.

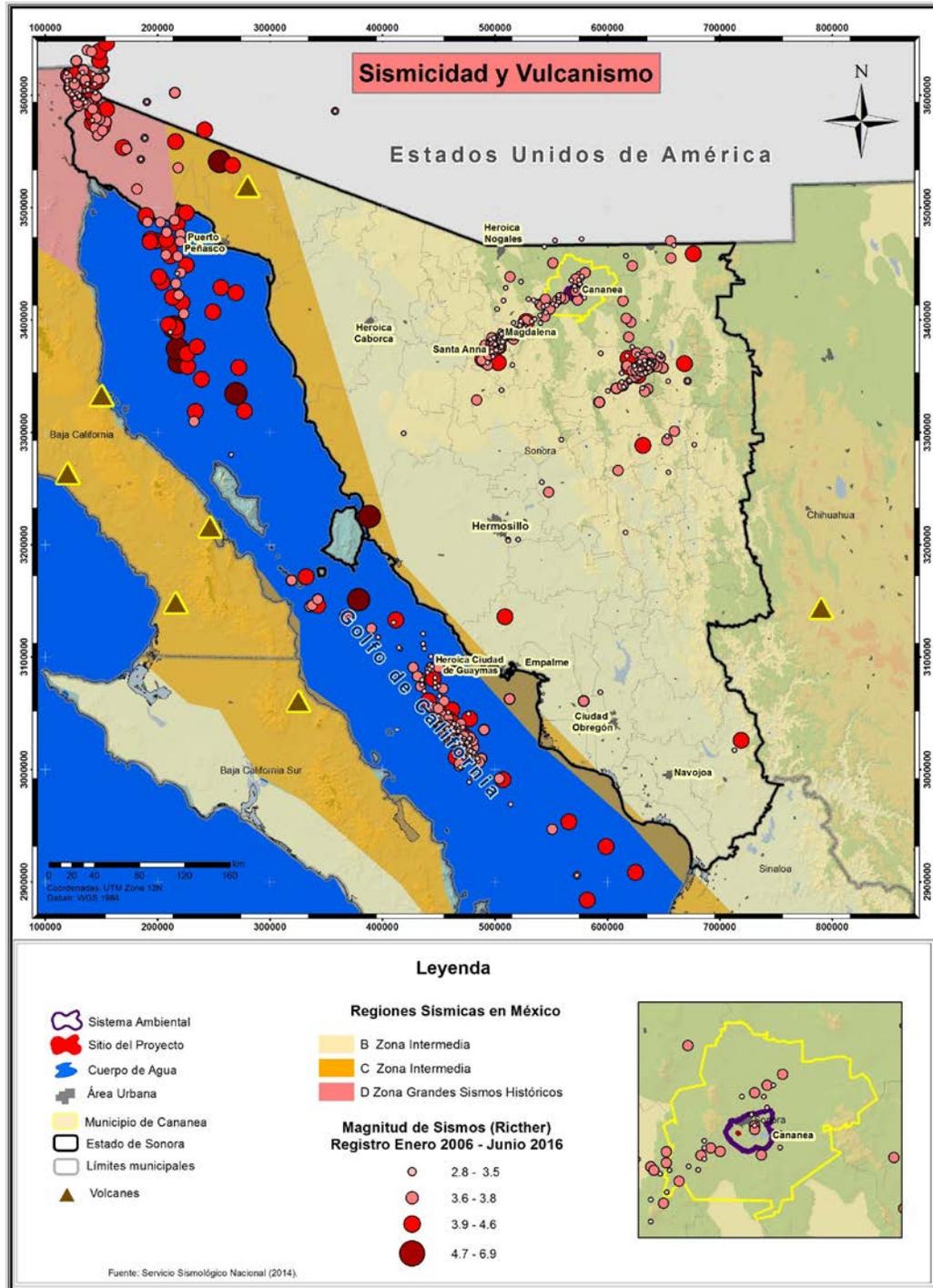


Figura 4.13. Sismicidad y vulcanismo en el SA.

IV.1.1.2. Tipos de suelo

Dentro del SA se encuentran 5 tipos de suelo (**Figura 4.14**). En el Norte se encuentra el tipo de suelo Phaeozem y en el Sur se distribuyen de Oeste a Este el Leptosol (también en el sitio de proyecto), Luvisol, Regosol y Planosol. Aunque se describe en esta sección el tipo de suelo se tiene que mencionar que el sitio de proyecto y gran parte del SA se encuentran afectados por las operaciones de la mina y el suelo existe solamente esporádicamente en el SA.

A continuación se presenta una descripción breve de las principales características de los tipos de suelo encontrados en el SA. Estos datos corresponden a los estudios de la Food and Agriculture Organization, FAO, (IUSS, 2007).

El tipo de suelo **Phaeozem (PH)**, es un suelo de zona esteparia que se desarrolla en climas semiáridos a húmedo. Este tipo de suelo se caracteriza por una transición en la dominancia de procesos de acumulación en formación de suelos a una dominancia de procesos de lixiviación. Es un tipo de suelo rojizo de regiones de praderas con alta saturación de bases, pero con signos de acumulación de carbonatos secundarios no visibles. El material parental tiene su origen por la acumulación de sedimentos eólicos u otros materiales no consolidados finos. Su principal distintivo es una capa superficial oscura, suave y rica en materias orgánicas y nutrientes. Es muy fértil, con un alto nivel productivo en la agricultura y ganadería, cuando se encuentra en terrenos planos. La vulnerabilidad de suelo está caracterizada por una erosión eólica en temporada de sequía y erosión hídrica en temporada de lluvia torrenciales. Las características hidrológicas de los Phaeozems son fundamentadas por la acumulación de arcilla, con mejores disposiciones de almacenamiento de agua.

El tipo de suelo **Leptosol (LP)**, incluye suelo con minerales influenciados por su ubicación topográfica-fisiográfica. Son tipos de suelo someros sobre roca dura o material altamente calcáreo, compuesto de varios tipos de rocas o material no consolidado con menos de 10 % de tierra fino, hasta una profundidad de 25 cm donde se empieza la roca dura. Se encuentran principalmente en tierras de mediana altitud o una topografía altamente disectada, particularmente en áreas fuertemente erosionadas.

Por la poca profundidad de suelo son poco atractivos para cultivos de arado y tienen un potencial limitado para producción de cultivos de árboles o extensos pastizales. Su mejor apariencia es bajo bosques. Hidrológicamente tienen buen drenaje superficial, la retención de agua es por el mínimo contenido de material fino limitado. La erosión es considerable cuando se trata de un área sobreexplotada ambientalmente con el deterioro de los bosques o vegetación y por afectaciones debidas a actividades de origen humano.

El tipo de suelo **Luvisol (LV)** presenta un color pardo-grisáceo y es característico de las regiones templado-húmedas. El suelo muestra evidencias de redistribución de arcilla y/o materia orgánica. Son tipos de suelo ricos en bases con un claro horizonte de acumulación de arcillas y se caracterizan por un contenido mayor de arcilla en la capa subsuperficial por la migración de arcillas como resultado de procesos pedogenéticos creando un horizonte subsuperficial árgico con arcillas de alta actividad y una alta saturación con bases. Estos suelos derivan de una variedad de materiales no consolidados como till glaciario, y depósitos eólicos, aluviales y coluviales y se constituyen en tierras llanas o suavemente inclinadas en regiones templadas frescas y cálidas (por ejemplo, Mediterráneas) con estación seca y húmeda marcadas. Son suelos fértiles en la mayoría y apropiados para usos agrícolas como cultivos de granos pequeños, remolacha azucarera y forraje. En áreas con pendiente se puede favorecer la creación de huertos, terrenos forestales y/o pastoreo. Con respecto a la erosión, estos tipos de suelo son susceptibles al deterioro cuando contienen un alto contenido de limo y se labran mojados con maquinaria pesada. En pendientes fuertes requieren medidas de control de la erosión.

Los **Regosoles (RG)** se presentan sobre materiales no consolidados, alterados y de textura fina. No dependen de una zona climática y de una altitud específica pero son más comunes en zonas áridas, en los trópicos secos y en las regiones montañosas, pero también en lomeríos, planicies así como en dunas y playas. Su evolución es muy escasa lo cual se debe por los procesos de erosión y el constante removimiento. Principalmente se desarrolla en los primeros 30 cm un horizonte húmico sobreyaciendo de un material granular casi libre de carbonatos. Su uso y manejo varían muy

ampliamente dependiendo del regado, en las planicies pastoreo y en los bosques uso forestal.

Los **Planosoles (PL)** contienen un horizonte superficial grueso de color claro, con signos de estancamiento de agua periódico suprayaciendo abruptamente un subsuelo denso con alto contenido de arcilla. El material parental consiste de depósitos aluviales y coluviales arcillosos lo cual se encuentra en áreas planas principalmente en regiones subtropicales y templadas, semiáridas y subhúmedas estacionalmente o periódicamente saturados. El uso de suelo es limitado a la vegetación de bosque liviano o pastos escasos por la profundidad de la capa superficial que delimita el crecimiento de las raíces hasta la capa denso. En la zona templada se cultiva remolacha azucarera con bajo rendimiento y que se mejora con fertilizantes. Se tiene conocimiento de buenos rendimientos en los cultivos de arroz en una zona climática correspondiente.

Cabe destacar que los suelos de la región son afectados por erosión hídrica y eólica, que provocan una pérdida de suelo. De la O *et al.*, (2009) reportan para la erosión hídrica un valor de 355 t/ha por año, mientras que para la erosión eólica de 5.5 t/ha por año. Según lo establecido por el INE, SEMARNAT y la Universidad Autónoma Chapingo (2002), se considera una erosión hídrica muy severa para la zona (mayor de 200 t/ha por año), la cual se ve incrementada en la medida de la pérdida de áreas forestales y la falta de establecimiento de medidas de conservación.

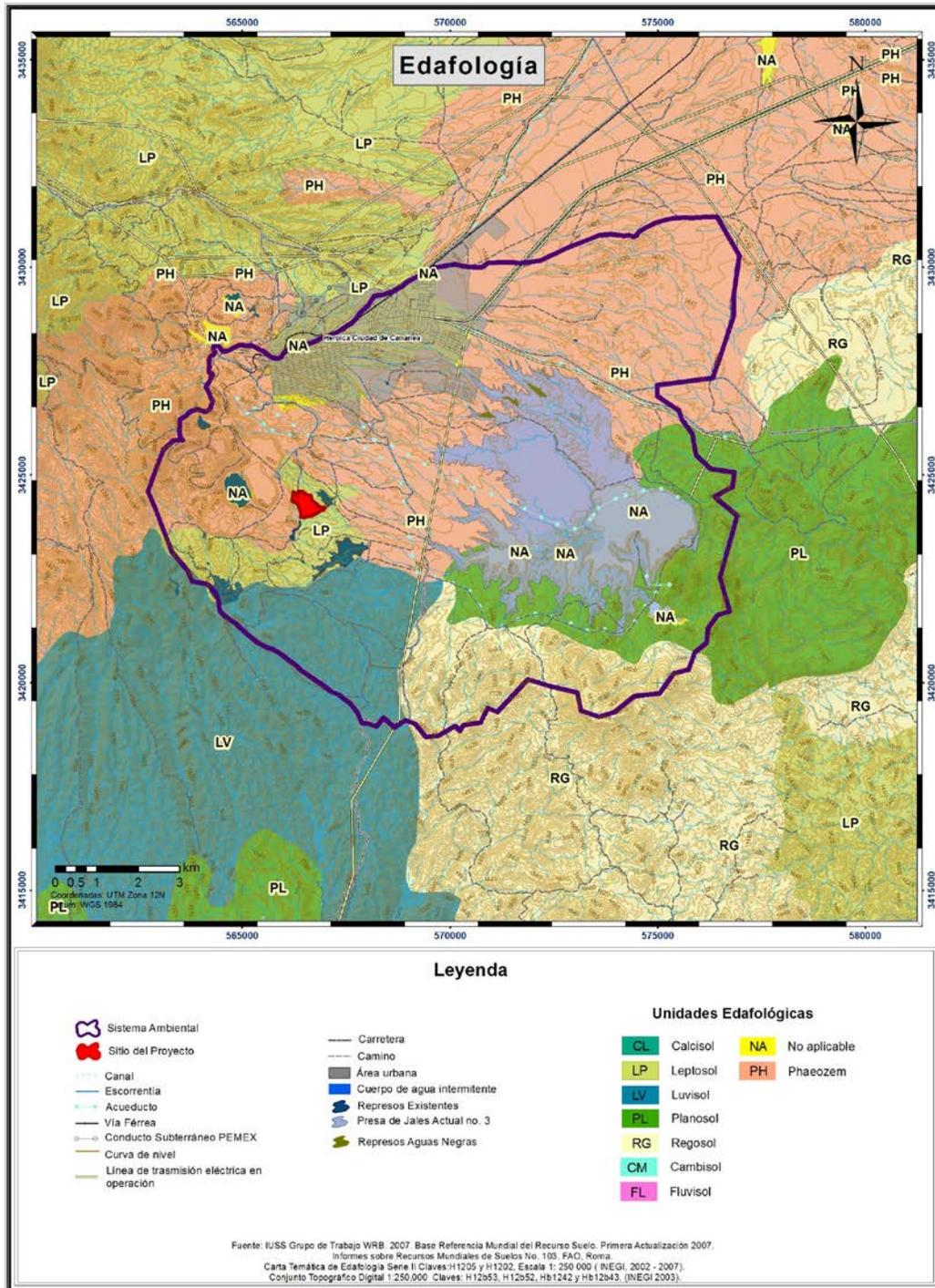


Figura 4.14. Principales unidades edafológicas en el SA.

IV.3.1.3. Hidrología superficial y subterránea

IV.3.1.3.1. Hidrología Superficial

Una región hidrológica está definida como un sistema integral y funcional, constituido por factores físicos, biológicos y socioeconómicos. El país está dividido en 37 Regiones Hidrológicas (RH). En el estado de Sonora (**Figura 4.15**), se encuentran 5 regiones hidrológicas; la mayor proporción de la superficie, la ocupan la RH 8 “Sonora Norte” y la RH 9 “Sonora Sur”. Las otras 3 RHs ocupan menores porciones del estado y se encuentran una en el Noroeste, en el límite con el estado de Baja California (RH 7 “Río Colorado”); la segunda en el Sur, en el límite con Sinaloa (RH 10 “Sinaloa”); y la tercera en la porción Noreste, en el límite con el estado de Chihuahua (RH 34 “Cuencas Cerradas de Norte”).

El SA se ubica dentro de la cuenca hidrológica Río Sonora la cual forma parte de la Región Hidrológica RH 9 “Sonora Sur” (**Figura 4.16**). La cuenca hidrológica Río Sonora es la segunda más grande dentro de la RH 9, con una superficie que abarca 14.78% de la RH 9. En ella se ubica la zona Este del Distrito de Riego Num. 51 “Costa de Hermosillo”. El Río Sonora inicia su recorrido en las cercanías de Cananea en Ojo de Agua de Arvayo, en dirección Sur hasta desembocar a la presa Abelardo L. Rodríguez al Este de la ciudad de Hermosillo. El afluente más trascendente que lo alimenta es el Río Bacanuchi. Además contribuyen otros dos ríos, el San Miguel de Horcasitas y El Zanjón, que se unen antes de El Alamito, para confluir con el Río Sonora.

El drenaje en la cuenca Río Sonora es de tipo dendrítico, que se observa plenamente en el SA. En los meses de julio a septiembre se presentan los máximos caudales en el Río Sonora, mientras que el período de estiaje se presenta en los meses de abril a junio.

En la RH 9 se reporta una precipitación anual de 376 mm (9,779.8 Mm³). Con el coeficiente de escurrimiento de 2.8 %, se calcula un escurrimiento anual de 273.83 Mm³. El uso principal del agua es agrícola, seguido por doméstico, industrial, pecuario y recreativo.

El SA abarca partes de las subcuencas hidrológicas Bacanuchi y Rio Sonora-Arizpe.

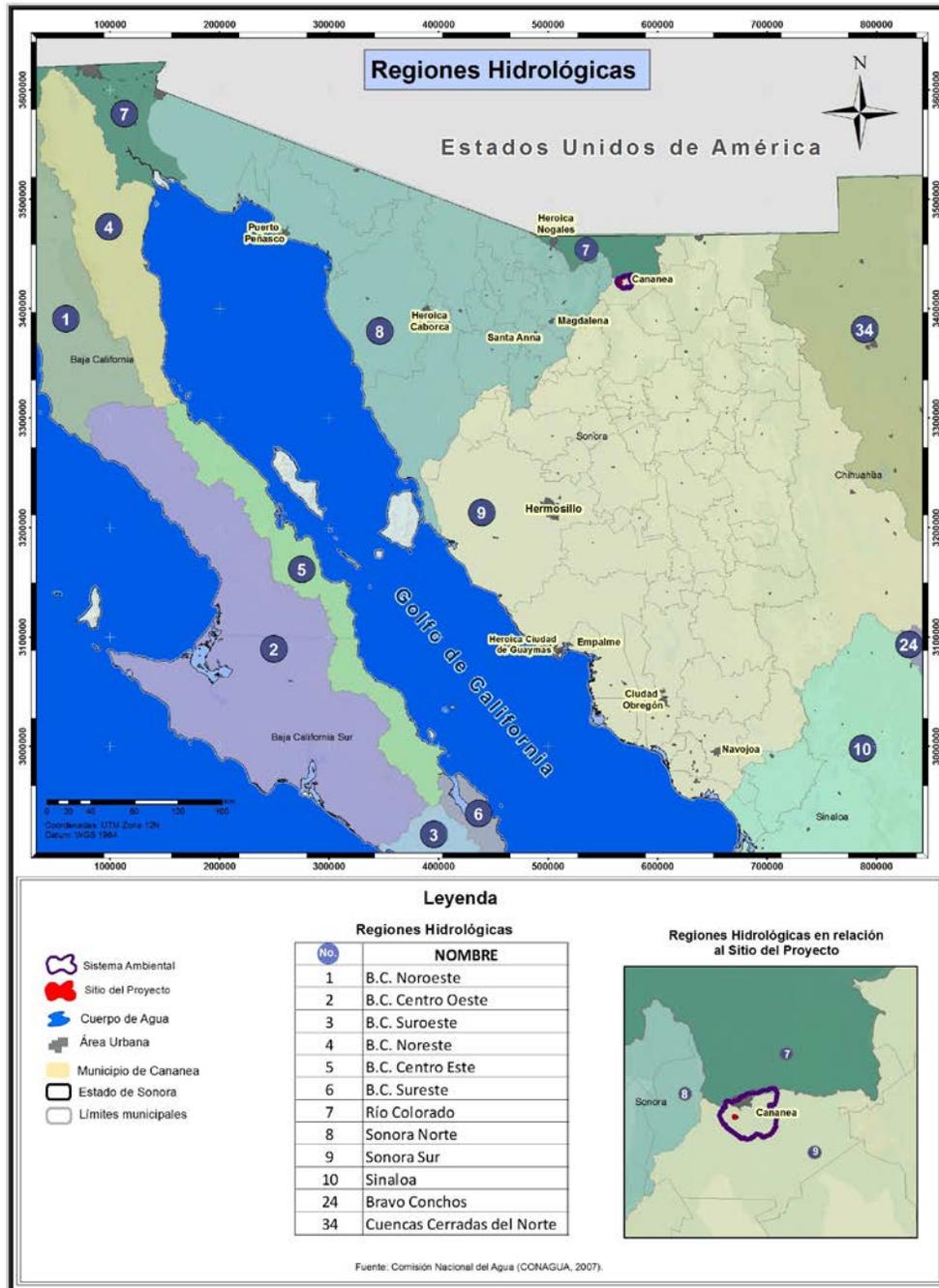


Figura 4.15. Regiones hidrológicas del Noroeste de México, destacando la ubicación de la RH 7 Río Colorado, RH 8 Sonora Norte y RH 9 Sonora Sur, así como la localización del SA y sitio del Proyecto.

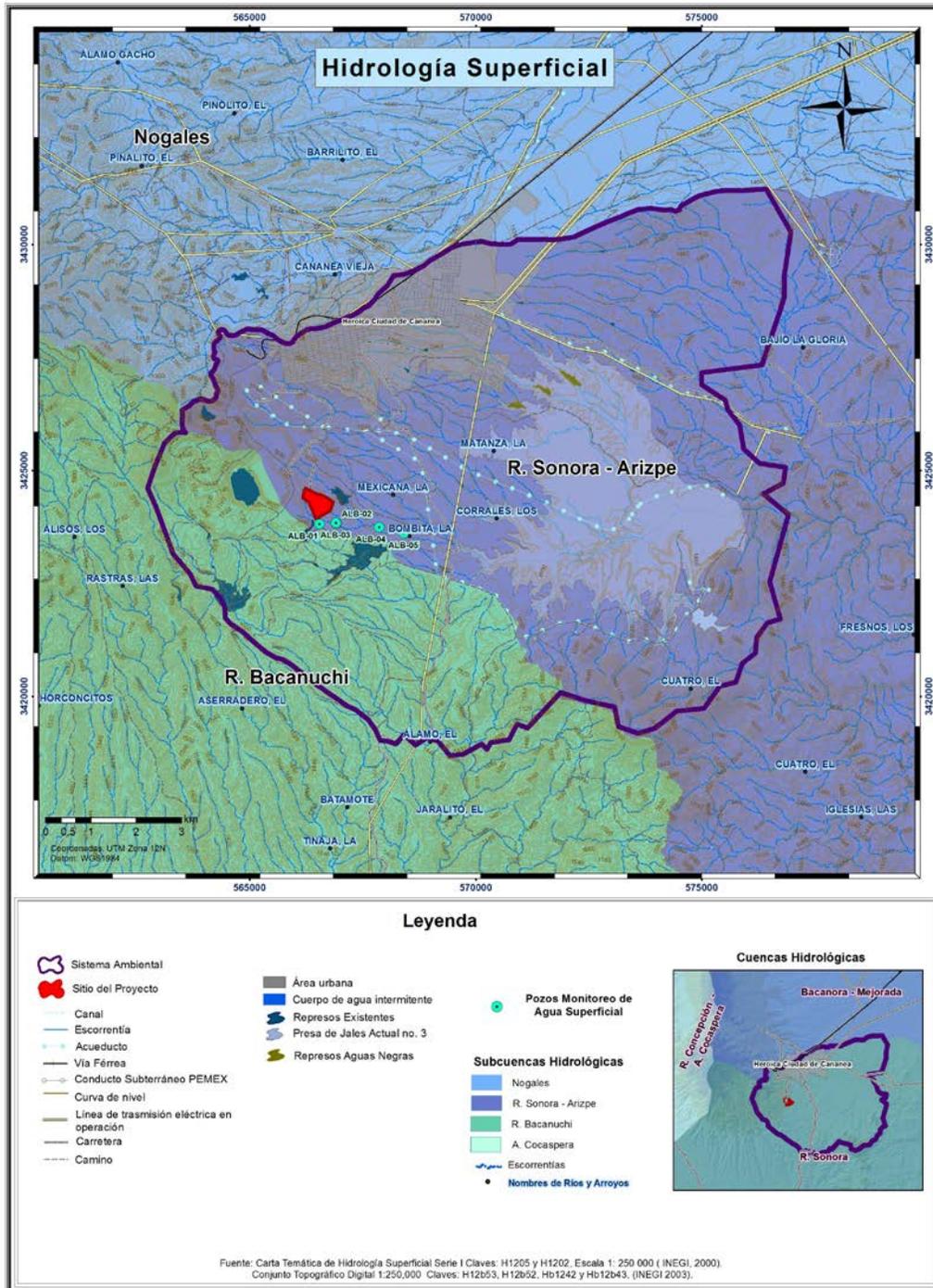


Figura 4.16. Hidrología Superficial en el SA.

Los arroyos y ríos de la subcuenca Río Sonora-Arispe vierten sus caudales hacia el Sur-Sureste, uniéndose y formando parte del Río Sonora, cerca del poblado de Arizpe. Estos arroyos presentan características torrenciales debido a las pendientes en la topografía en que se encuentran. Existe una gran cantidad de arroyos intermitentes en el SA iniciándose en su mayoría en las partes altas de la sierra. Algunos de estos arroyos son La Matanza, La Mexicana, Los Corrales y La Bombita los cuales desembocan en alguno de las cuatro represas o directamente sobre la presa de Jales (Buenavista del Cobre, 2011). Por la información de los especialistas en Hidrología de la empresa Buenavista del Cobre (que se ubica sobre la cuenca Río Sonora), el manejo de las aguas de proceso, no presenta ninguna posible afectación sobre la cuenca hidrológica Bacanora.

En la subcuenca hidrológica Bacanuchi donde a lo largo de la subcuenca se distingue el Río Bacanuchi el cual nace en las cercanías de Cananea, como producto de los escurrimientos flanco occidental de la Sierra del Manzanal y parte de la Sierra Elenita al Norte, manteniendo un caudal constante hasta su confluencia con el río Sonora. Esta subcuenca cuenta con un área de captación de aproximadamente 1,431 km². El río Bacanuchi corre con rumbo Noroeste-Sureste, manifestando un drenaje del tipo dendrítico subparalelo, contando con algunos almacenamientos de agua superficial para uso pecuario, los cuales son en general pequeños y muy aislados.

En las partes centrales y meridionales de la Sierra Elenita nacen los arroyos Los Alisos, La Tinaja - El Encanto y los Rastros que confluyen al sur del SA y descargan al arroyo Chifón que finalmente se incorporan al río El Bacanuchi.

El sitio de proyecto se encuentra en la microcuenca La Bombita (parte de la subcuenca hidrológica R. Sonora-Arizpe) lo cual arroyo principal nace a un costado de las instalaciones de la planta de extracción de solventes y deposición electrolítica (ESDE II) a una altitud de 1,680 m s.n.m., recorriendo aproximadamente 4 km para unirse con el arroyo La Mexicana en una elevación de 1,504 m s.n.m. hasta descargar en el sistema de almacenamiento de la Presa de Jales Número 3 (**Figura 4.17**).

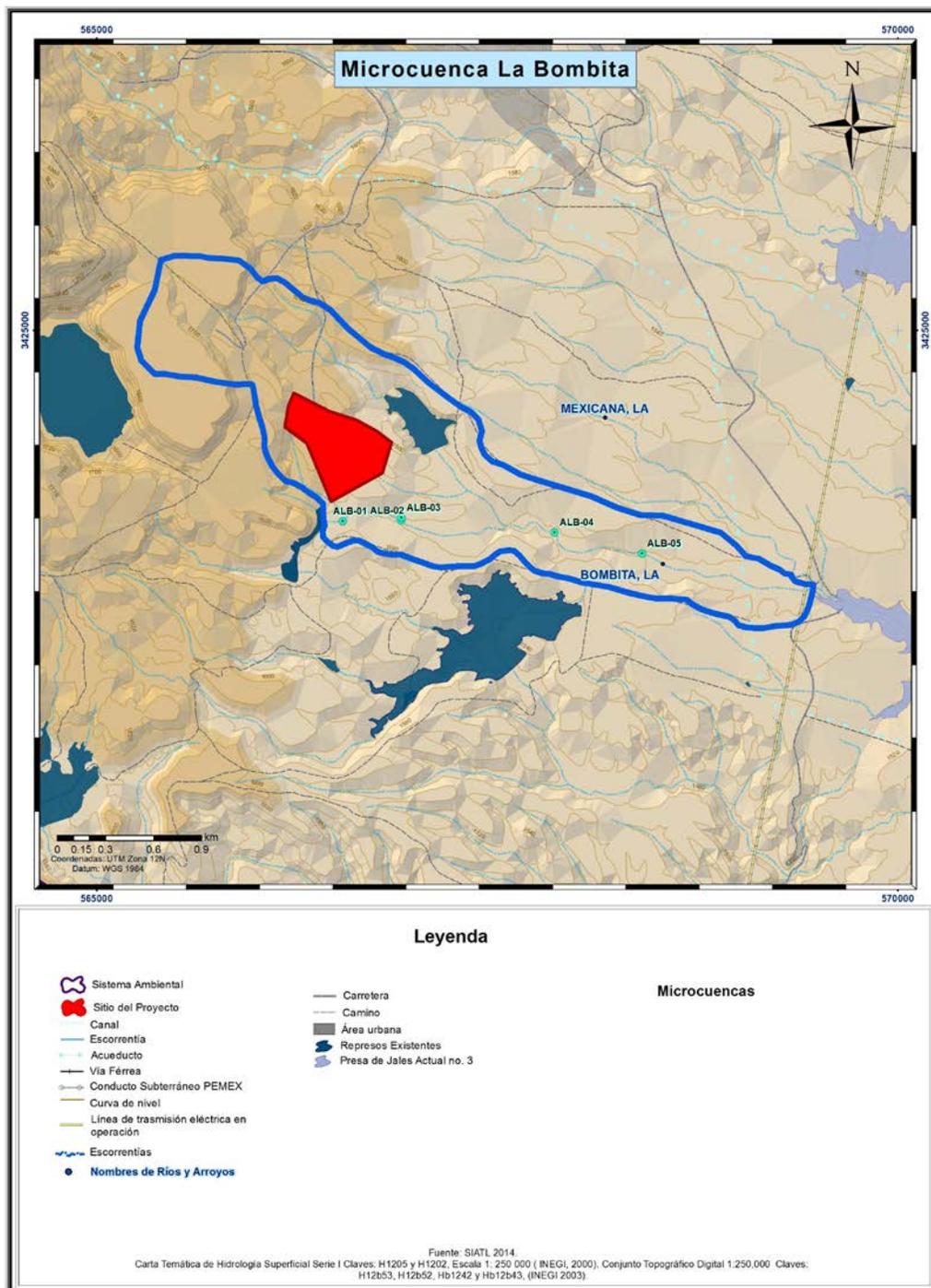


Figura 4.17. Hidrología Superficial en el Sitio de Proyecto.

La microcuenca del arroyo La Bombita es muy pequeña, cubre solamente una superficie de 3.17km^2 y es muy vulnerable por su dimensiones a las actividades antropogénicas. El tiempo de drenar de agua de la microcuenca es de solamente dos horas a través de una red de drenaje de tipo dendrítico-angular. La densidad de drenaje para esta microcuenca es relativamente baja, con un pendiente del arroyo principal de 3° .

Para el cálculo del volumen medio anual de escurrimiento en microcuencas se utilizó la formula proporcionado por la NOM-011-CNA-2000. Se calculó un volumen medio anual de escurrimiento de 0.167 millones de m^3 para la microcuenca IDEAS (2013).

Para realizar el cálculo de gasto del diseño para diferentes periodos de retorno, se han considerado las precipitaciones a diferentes periodos de retorno, el tipo de suelo y vegetación y los diferentes parámetros de la cuenca. Para el pendiente se utilizó el método de Taylor la cual relaciona las alturas y longitud de cada tramo para obtener una pendiente media a la longitud total de cauce.

En base a la las diferentes pendientes, se ha calculado el tiempo de concentración, que es el tiempo que tarde el agua de la precipitación en comenzar a escurrir y recorrer el cauce principal de principio a fin.

Con los datos climatológicos del área se ha hecho el estudio de estadística y probabilidad de precipitación, calculando así la precipitación media, el análisis de precipitación máxima en 1 y 24 horas, y finalmente utilizando estos datos se ha calculado la precipitación probable para cada periodo de retorno.

El coeficiente de escurrimiento se ha calculado considerando la precipitación efectiva y la precipitación máxima diaria.

Con base a estos datos se calcularon los gastos máximos con el método de formula racional obteniendo para el período de retorno de 10 años (utilizado en la delimitación de zonas federales) un gasto de $3.63 \text{ m}^3/\text{s}$, para el periodo de retorno de

100 años (utilizado en el diseño de puentes y obras de protección y encauzamiento) un gasto de 12.47 m³/s y para 1000 años (utilizado para presa pequeñas) un gasto de 23.20 m³/s.

En el **Cuadro 4.11** se resumen los resultados del método de la Fórmula Racional para la cuenca del arroyo La Bombita hasta su confluencia con el arroyo La Mexicana.

Cuadro 4.11. Gastos máximos. Método de la Fórmula Racional.

PERIODO DE RETORNO (años)	GASTO (m ³ /s)
2	0.02
5	1.14
10	3.63
25	6.96
50	9.63
100	12.47
500	19.79
1,000	23.20

El balance de agua en la microcuenca considerando la precipitación, evapotranspiración y el escurrimiento resultó que 30,000 m³ anuales se infiltran al subsuelo lo que significa un 1.83 % de la lluvia puede ser infiltrada en el subsuelo.

Según el estudio IDEAS (2013) no existen registros de avenidas extraordinarias en el cauce y tampoco hay evidencia de daños provocados por los escurrimientos. Pero con el calculo de gastos máximos en los diferentes periodos de retorno, un aumento de la avenida puede aumentar el riesgo de erosión en los márgenes del cauce que ocasiona erosión lateral de las márgenes del cauce con una afectación en el futuro a las construcciones que circundan el arroyo.

El arroyo principal y sus afluentes son de tipo intermitente a pesar de que se encuentra alimentado por una solución de tipo DAM por los patios de lixiviación aguas arriba del arroyo (**Figura 4.18**).

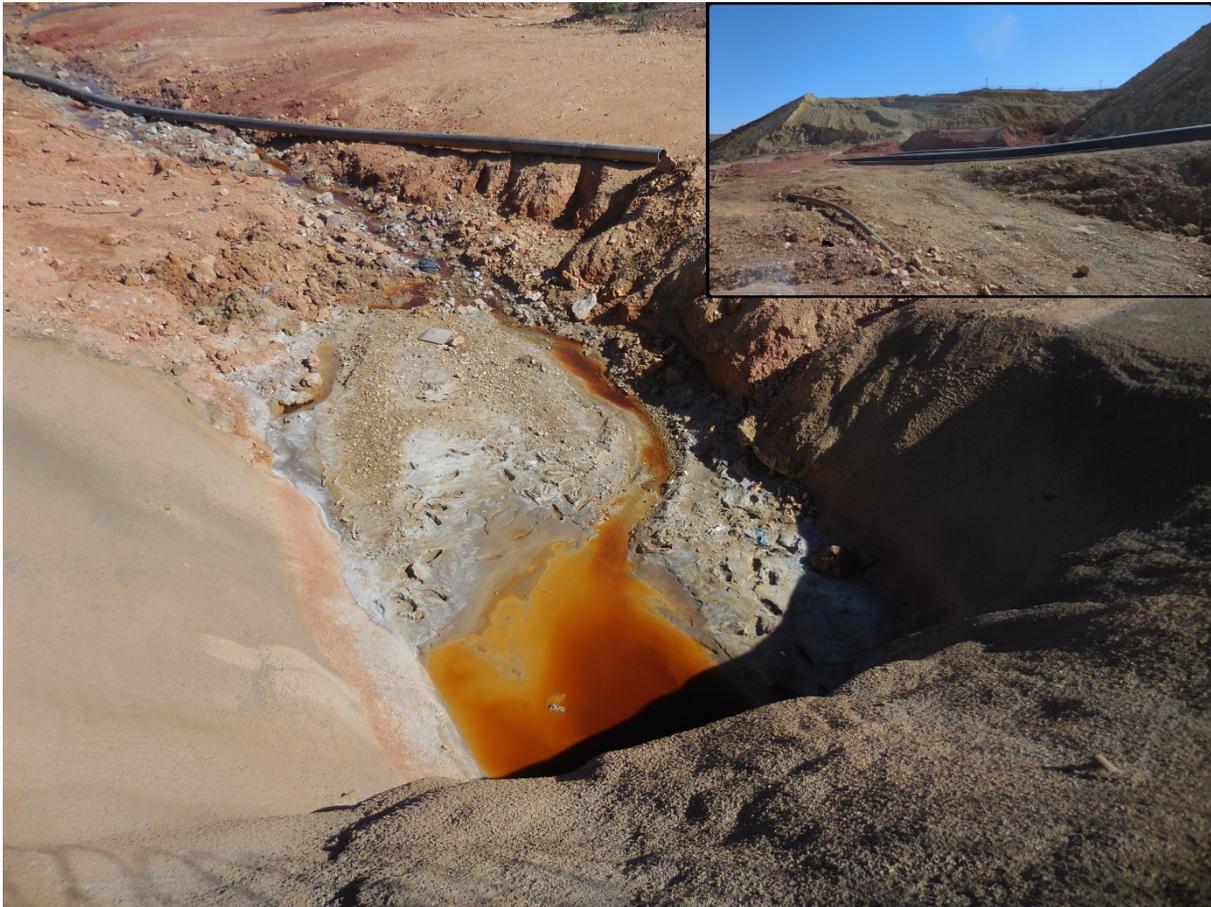


Figura 4.18. Terreros antiguos de la Mina y la concentración del drenaje tipo DAM aguas arriba del área afectada.

El arroyo La Bombita cumple con la definición de una zona hiporreica la cual se define como “*un volumen subsuperficial de sedimentos y un espacio poroso adyacente a una corriente, a través de la cual el agua de esta corriente facilita intercambios*”. Este modelo de la zona hiporreica describe la circulación y intercambio del flujo en el subsuelo no solamente en forma descendente. Existe por la intercepción del agua por rocas de baja permeabilidad o impermeables un flujo ascendente que obliga el agua a aflorar aguas abajo a la superficie del cauce e incorporarse al agua superficial.

En la temporada seca toda la descarga en cualquier sistema hidrológico proviene del almacenamiento de aguas subterráneas. Por el limitante espesor de los sedimentos (zona hiporreica) para formar acuíferos y la baja pluviosidad del sitio los materiales

granulares no alcanzan saturarse y almacenar el agua para mantener un flujo continuo en el arroyo.

El escurrimiento natural, por la mayoría del año es bajo a prácticamente nulo concluyendo por no cruzar poblaciones, ni asentamientos humanos, no existen riesgos por avenidas extraordinarias en el arroyo La Bombita que pudieran superar históricamente a las que se han registrado en la cuenca (IDEAS, 2013).

En el Anexo 4.5, se presenta la metodología descriptiva empleada para la elaboración de este apartado.

De acuerdo a una revisión de las condiciones físicas de los arroyos del sitio del proyecto, realizada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en noviembre de 2011 y en agosto de 2012, se establece que los arroyos que se localizan en el sitio de proyecto no son considerados como cauces federales (Oficio No. Oficio No. BOO.R.03.07.1.-1442 y BOO.R.03.07.1.-515 del Organismo de Cuenca Noroeste).

IV.3.1.3.1.1. Embalses y cuerpos de agua cercanos (lagos, presas, etc.)

No existen cuerpos continentales mayores en el SA, ni en el sitio del Proyecto. Se han detectado algunos almacenamientos pequeños y aislados de agua superficial para uso pecuario. Los cuerpos de agua identificados al Este del Sitio del Proyecto, como repesos se han todos construido para el proceso minero, asociados a la lixiviación en terreros (de mineral ROM y mineral triturado), a las plantas ESDE I y II, así como la actual presa de jales de Buenavista del Cobre, en donde se manejan y recirculan importantes volúmenes de agua de los procesos metalúrgicos (**Figura 4.19**).



Figura 4.19. El represo Cacahuete ubicado al Este del sitio de proyecto.

IV.3.1.3.1.2. Calidad del agua

Más del 70% de las aguas residuales generadas en la ciudad de Cananea, se descargan en el depósito de jales del complejo minero metalúrgico de Buenavista del Cobre, que se ubica en la Cuenca Río Sonora. Por el giro industrial minero y los usos de agua que la empresa tiene desde hace más de 100 años para sus diferentes procesos, Buenavista del Cobre, realiza cada dos años un muestreo para definir la calidad del agua en las partes bajas de la Cuenca del Río Sonora, con el objeto de presentarlos a la autoridad competente (CONAGUA).

El resultado de los análisis tiene por objeto conocer la calidad del agua sobre el Río Sonora desde la localidad de Cananea y mostrar que se encuentran cumpliendo con los límites de la normatividad ambiental vigente.

En el Río Sonora se han identificado valores de pH mayores de 7.9, con picos de 8.03 hasta 8.2. Además presenta un comportamiento donde la alcalinidad alcanza valores mayores a 200 mg/l (hasta los 209 mg/l). Es probable que las precipitaciones al paso de la Sierra Madre reaccionen con materiales que influyen fuertemente en el comportamiento del potencial de hidrógeno.

Una de las preocupaciones serias en la operación minera del cobre, es la posible disolución de arsénico (As), asociado de manera natural a la mineralización de sulfuros metálicos, considerando además que las concentraciones de fondo en el suelo son relativamente elevadas (9.4 a 178 mg/Kg). A pesar de esto, la concentración de As disuelto no alcanza el límite máximo permisible de 0.05 mg/L.

El agua recuperada en la presa de jales no se infiltra aguas abajo, por lo que no se va a la cuenca del Río Sonora. Esta agua de la presa de jales se reusa en los diferentes procesos de la empresa minera, recibiendo un tratamiento primario (cloro), y posteriormente se canaliza de nuevo hacia el proceso.

En el estudio de “Caracterización, diagnóstico y evaluación del impacto hidrológico ambiental, para restaurar y conservar el corredor ecológico y monitoreo del arroyo la Bombita, en la mina Buenavista del Cobre” (IDEAS, 2013), se analizaron la calidad de agua del arroyo La Bombita en 4 sitios y en un manantial (ALB-03) (**Figura 4.20**) los cuales resultados se presentan en el **Cuadro 4.12**.

El análisis de agua muestra una afectación por una cantidad de solución con características de DAM (ALB-01) la cual disminuye por el transcurso del arroyo por mezcla con el agua de manantial (ALB-03), reacciones químicas con material intemperizada o agua superficial de otros fuentes.

Cuadro 4.12. Resultados del análisis fisicoquímico de las muestras de agua superficial del arroyo La Bombita.

Parámetros analizados en la muestra	Unidad	ALB-01	ALB-02	ALB-03	ALB-04	ALB-05	Límites permisibles de la calidad de agua	
							NOM-127-SSA1-1994	NOM-001-Semarnat-1996
Temperatura	°C	16.88	23.34	23.63	20.92	22.07	-----	-----
Materia Flotante		Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	-----	Ausente
Conductividad Eléctrica	µS/cm	34510	5080	1097	10260	9067	-----	-----
pH		2.07	5.1	6	5.81	5.08	6.5-8.5	-----
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	15530	2289	493	4615	4083	-----	-----
Grasas y Aceites	mg/L	9	8	6	9	6	-----	15 (PD) - 25 (PM)
DBO	mg/L	469	436	58	25	28	-----	75 (PD) - 150 (PM)
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	1643	63	42	25	38	-----	75 (PD) - 125 (PM)
Sólidos Sedimentables	mg/L	0.1	1.1	0.2	0.1	0.1	-----	1 (PD) - 2 (PM)
Arsénico (As)	mg/L	2.0191	0.0017	0.0038	0.0403	0.0032	0.025	0.1 (PD) - 0.2 (PM)
Cadmio (Cd)	mg/L	7.381	0.25	< L.C.	0.772	0.852	0.005	0.1 (PD) - 0.2 (PM)
Cobre (Cu)	mg/L	1997.477	84.749	0.086	265.018	250.107	2	4 (PD) - 6 (PM)
Cianuro Total (CN)	mg/L	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	< L.C.	0.07	1 (PD) - 2 (PM)
Cromo Total (Cr)	mg/L	1.424	0.124	< L.C.	0.134	0.137	0.05	0.5 (PD) - 1 (PM)
Mercurio (Hg)	mg/L	0.0005	0.0008	< L.C.	< L.C.	< L.C.	0.001	0.005 (PD) - 0.01 (PM)
Níquel (Ni)	mg/L	7.13	0.57	< L.C.	2.77	2.54	-----	2 (PD) - 4 (PM)
Plomo (Pb)	mg/L	0.24	0.08	< L.C.	0.18	0.18	0.025	0.2 (PD) - 0.4 (PM)
Zinc (Zn)	mg/L	390.496	9.464	0.019	42.064	33.228	5	10 (PD) - 20 (PM)
Fósforo Total (P)	mg/L	0.18	0.45	0.13	0.15	0.08	-----	20 (PD) - 30 (PM)
Nitrógeno Total Kjeldahl (N)	mg/L	19	1.5	0	6.6	1	-----	40 (PD) - 60 (PM)

L.C. = Menor de Límite de Cuantificación, DBO = Demanda Bioquímica de Oxígeno, PD = Promedio Diaria, PM = Promedio Mensual

IV.3.1.3.1.3. Geohidrología e Hidrología Subterránea

El SA se ubica en un área que abarca tres acuíferos administrativos al Norte del estado de Sonora, los cuales se denominan como acuífero 2616 Río San Pedro en el Norte del SA; acuífero 2627 Río Bacoachi en el Centro; y acuífero 2628 Río Bacanuchi en el Sur. Mientras el acuífero 2616 Río San Pedro se encuentra en la RH 8 Sonora Norte, los acuíferos 2627 Río Bacoachi y 2628 Río Bacanuchi se localizan en la RH 9 Sonora Sur (Figura 4.20).

Los tres acuíferos presentan condiciones heterogéneas y anisotrópicas, de tipo libre, constituidos principalmente en las partes superiores por material clástico no consolidado y poco consolidado (depósitos aluviales y conglomerados) del Cenozoico, muy permeables; mientras que en las partes inferiores, por rocas sedimentarias continentales (permeable) y marinas del Mesozoico (menos permeable), así como rocas volcánicas fracturadas del Cretácico y Terciario. El último material por su diferente grado de fracturamiento puede ser permeable o impermeable, por lo que constituyen fronteras laterales e inferiores al flujo y almacenamiento del agua en el subsuelo. Los acuíferos Río Bacoachi y Río Bacanuchi presentan además localmente condiciones de semiconfinados por la presencia de lentes de sedimentos arcillosos. Los espesores de los materiales que conforman los acuíferos son marcados con 350 m para el acuífero Río San Pedro, 130 m para el acuífero Río Bacoachi, y 150 m para el acuífero Río Bacanuchi (CONAGUA, 2002a, 2002b, 2010).

Los acuíferos Río Bacoachi y Río Bacanuchi presentan una litología y evolución geológica muy parecidas con los acuíferos vecinos (Río Frontera, Cumpas y Cócospa), por lo cual los datos de transmisividad y conductividad hidráulica son semejantes con estos acuíferos. Inicialmente se estimó en los acuíferos una transmisividad que varía entre 10 a $50 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$. Estudios con los acuíferos vecinos presentan valores entre 0.2 a $5.1 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ para el medio granular y 6.6 a $11.6 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ para el medio fracturado, con una conductividad hidráulica que varía entre 2.3×10^{-7} a $7.1 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ (CONAGUA, 2002b, 2010a). En el acuífero Río San Pedro se presentaron valores para la transmisividad de 2.5×10^{-4} y $5.6 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ para el medio

granular y de 6.6×10^{-3} y 1.1×10^{-2} m²/s para el medio fracturado, con una conductividad hidráulica de 1.3×10^{-6} a 5.9×10^{-5} m/s (CONAGUA, 2002a). Mientras para el acuífero Río San Pedro se reportaron un coeficiente de almacenamiento de 0.029, sin poder ser estimado esto para los acuíferos Río Bacoachi y Río Bacanuchi por falta de los pozos de observación (CONAGUA, 2002b).

En la **Figura 4.20** se presenta la posibilidad en el SA de presentar un funcionamiento efectivo del acuífero, en función de la permeabilidad del sustrato rocoso. Se observa una franja en dirección Norte Noreste-Sur Suroeste al centro del SA con material no consolidado, con posibilidades de alta permeabilidad, mientras que hacia ambos extremos (hacia el Este y Oeste), disminuyen las posibilidades a bajas, relativamente impermeable.

El acuífero Río San Pedro recibe su recarga por la lluvia dentro de los límites de la cuenca con mayor intensidad en las zonas más permeables, granulares y fracturadas, que transmiten el agua hacia el almacenamiento principal. La descarga del acuífero se encuentra al Norte del límite internacional con el territorio de los Estados Unidos de América, como salida por flujo subterráneo.

La profundidad de los niveles del acuífero Río San Pedro por lo general varía entre 10 y 90 m de profundidad, aunque predominan las profundidades comprendidas entre 30 y 40 m. En la salida del valle y en las márgenes del Río San Pedro se localizan los niveles de agua subterránea más someros, mientras una mayor profundidad se registra en la zona de los ejidos Emiliano Zapata e Ignacio Zaragoza, al Norte del SA, en lo que corresponde ser la parte alta de la Cuenca. Las configuraciones piezométricas en las obras hídricas permiten establecer, que el flujo en general es convergente hacia el Río San Pedro (CONAGUA, 2002a).

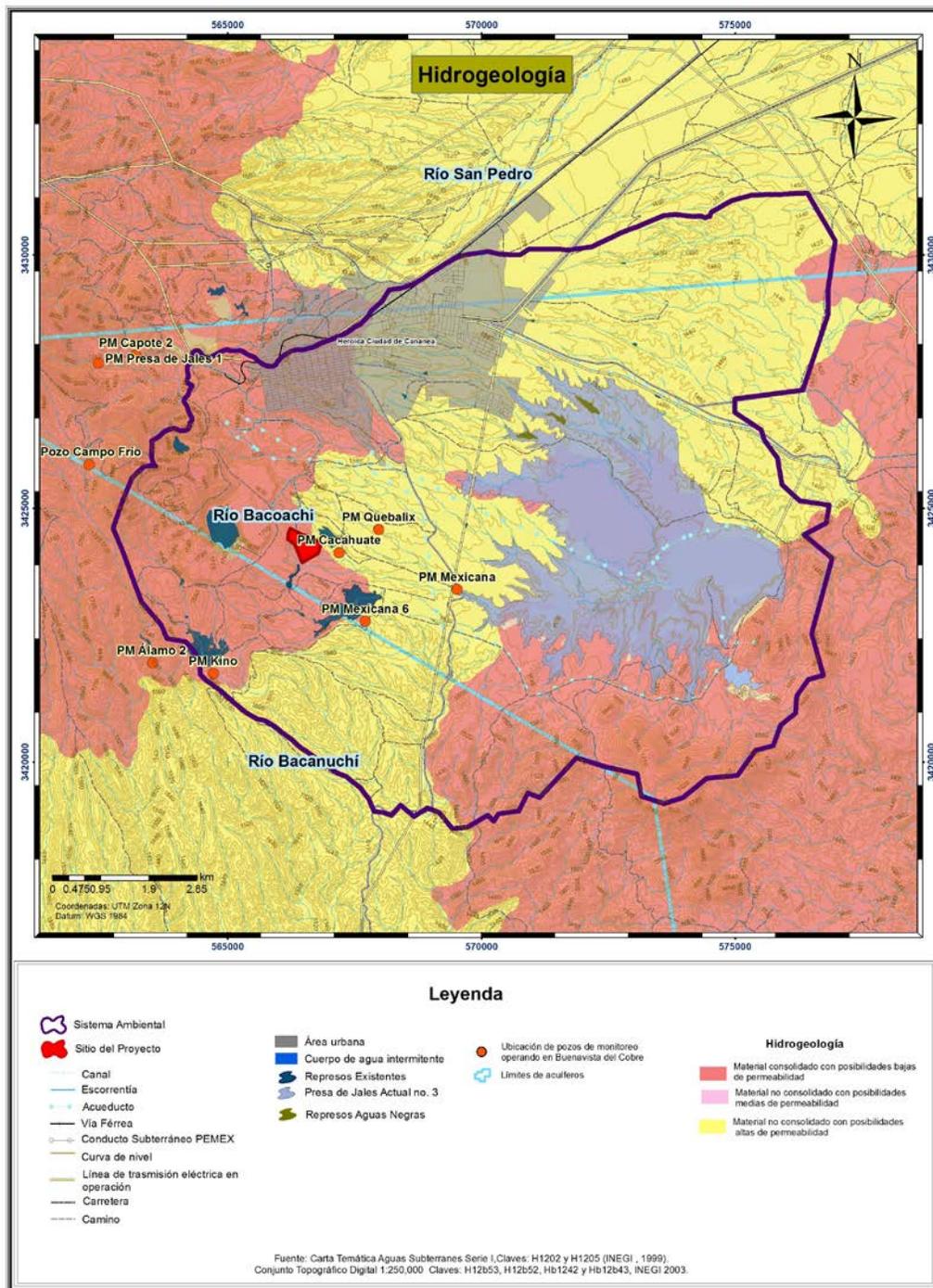


Figura 4.20. Hidrología en el SA y sitio del Proyecto.

En el acuífero Río Bacoachi los niveles estáticos varían entre 1.5 y 26 m, presentado los niveles más profundos en las sierras que delimitan al acuífero, disminuyendo hacia el centro del valle donde fluye el Río Bacoachi (CONAGUA, 2002b). La profundidad del nivel estático en el acuífero Río Bacanuchi varía de 5 a 20 m, incrementándose la profundidad por la topografía, desde el cauce del Río Bacanuchi y otros arroyos, hacia las laderas de las sierras que delimitan el acuífero (CONAGUA, 2010).

Los niveles del agua en la zona de explotación de la empresa minera han fluctuado como consecuencia de la variación del bombeo; los registros revelan que hasta 1986 los niveles habían permanecido con poca variación. Sin embargo, a partir de ese año como resultado de la incorporación de nuevos pozos, se tienen descensos importantes del nivel estático hasta 1992. A partir de ese año, con los paros subsecuentes de la empresa, los niveles tendieron a recuperarse (Buenavista del Cobre, 2011).

Con respecto a la evolución de los niveles estáticos para estos tres acuíferos, se observaron diferentes periodos de abatimiento en el acuífero de Río San Pedro, sobresaliendo el período entre 1984 y 1989, cuando se notó en especial en la cercanía de mina, un abatimiento fuerte que alcanzó descensos hasta 4 m anuales. En los siguientes años se manifestaron evoluciones menores en el abatimiento. En el resto del área del acuífero las variaciones en el abatimiento no son significativas. Para el acuífero Bacoachi no se cuenta con información piezométrica. Mediciones realizadas en el período 2004-2005 manifestaron variaciones puntuales de poca importancia y alteraciones no significativas (CONAGUA, 2002b). Los datos reportados para el acuífero Río Bacanuchi presentan niveles piezométricos que gradualmente varían por efectos de la topografía, desde el cauce del Río Bacanuchi hasta las laderas de las sierras, desde 1,440 msnm en el Norte del acuífero, hasta 880 msnm en el Sur. Igualmente, como se comentó para el acuífero Río Bacoachi, se puede afirmar que las variaciones en el nivel del agua subterránea no han sufrido alteraciones importantes, por lo que el cambio de almacenamiento tiende a ser nulo (CONAGUA, 2010).

IV.3.1.3.1.4. Censo de aprovechamientos

El aprovechamiento del agua subterránea en las cuencas Norte y Sur de las instalaciones de la empresa Buenavista del Cobre, se inició de manera significativa en la década de los años cuarenta del siglo pasado. Los primeros aprovechamientos fueron ubicados en las proximidades de las corrientes superficiales y zona de manantiales. A partir de entonces la explotación se ha incrementado, pasando de 5 Mm³ en 1944 a 32.6 Mm³, en la actualidad. Siendo desde entonces la actividad minera la principal usuaria del recurso hidráulico subterráneo en el área (Buenavista del Cobre, 2011).

En el censo de aprovechamientos del agua subterránea en Cananea y en los acuíferos administrativos Río San Pedro y Río Bacoachi, se registraron un total de 200 obras hidráulicas (pozos y norias), de las cuales 154 están activas, el mayor número de estas obras están destinadas al uso ganadero, seguido del industrial. Los volúmenes de extracción han sido muy variables y han estado influenciados mayormente por la actividad minera, que hasta 1992 había sido el principal y quizá el único usuario de importancia. Las obras de la empresa minera desde su inicio se diseñaron además para el suministro de agua hacia la población de Cananea, la cual se ha servido de las obras de la empresa minera, siendo el aprovechamiento para consumo humano el tercer uso de importancia (Buenavista del Cobre, 2011). Sin embargo, el suministro de agua potable a la población que hacía la empresa minera, cambió a partir de enero de 1999. A partir de esa fecha, se entregaron las instalaciones y el equipo al sistema estatal de agua potable del estado de Sonora. Sólo la batería de pozos de la zona Ojo de Agua, destinada al servicio de agua potable, sigue siendo operada por la empresa minera (Buenavista del Cobre, 2011).

En un reporte de la Buenavista del Cobre (2011) se menciona un consumo de agua en el cual 28 % del total proviene de agua de pozos, mientras que el 72 % restante corresponde al uso de agua de recuperación del proceso (donde el 56 % del total, proviene de los asentadores de colas y el 16 % restante, del agua recuperada de la presa de jales).

En el Cuadro 4.13 se presenta datos obtenidos con base en información de consumos promedio de los años 2001 a 2006.

Cuadro 4.13. Consumos promedio de agua en el periodo 2001 a 2006 por Buenavista del Cobre.

Agua natural	Agua industrial (recuperada)	
Pozos	Depósito de Jales	Asentadores de Colas
17'656,530 m ³	9'990,591 m ³	36'186,329 m ³

Fuente: Buenavista del Cobre (2011)

IV.3.1.3.1.5. Análisis de calidad de agua

La calidad del agua extraída del acuífero Río San Pedro es buena, apta para cualquier uso por su bajo contenido iónico. Se considera que el agua es de reciente infiltración, con poco circulación por el material granular y/o volcánico. Mientras se incrementa la permanencia del agua en el subsuelo, aumenta la concentración de Sólidos Totales Disueltos (STD) en el agua del acuífero del Sur hacia el Norte, lo cual es congruente con el hecho que la zona de recarga se ubica en las altos de la sierras, al Sur del acuífero. En general, son concentraciones totales menores de 500 mg/L (CONAGUA, 2002a).

En algunas partes del acuífero Río San Pedro, se registraron altos valores de STD, lo cual se relaciona con un sistema subterráneo diferente (Ojo de Agua 590 mg/L de STD), o por contaminaciones locales, como es el caso al Oriente y en la zona del Barrilito, con una concentración de STD de 1,100 mg/L (CONAGUA, 2002a).

En el acuífero Río Bacoachi se observaron valores de STD entre 470 y 700 mg/L y de conductividad eléctrica entre 404 y 1,040 μ S/cm. La temperatura se registró entre 21.5 a 36.2°C, lo cual sugiere que los valores más altos posiblemente estén asociados a fuentes termales. Los valores de pH se encontraron entre 6.8 y 7.7, representando un agua ligeramente alcalina, que se relaciona con las rocas carbonatadas del subsuelo, aunque aún dentro del rango permitido por la Norma Oficial Mexicana para el agua del consumo humana. Se considera esta agua de buena calidad de reciente infiltración y

circulando a través de rocas volcánicas. Según la clasificación de Piper el agua pertenece a la familia de bicarbonatada sódica (CONAGUA, 2002b).

En el acuífero Río Bacanuchi se registraron en 10 aprovechamientos valores de STD entre 678 a 1299 mg/L y de conductividad eléctrica entre 370 a 1,640 μ S/cm. Los valores de pH se encontraron entre 7.0 y 8.3, representando un agua ligeramente alcalina, que se relaciona con las rocas carbonatadas del subsuelo, aunque aún dentro del rango permitido por la Norma Oficial Mexicana para el agua del consumo humano. Se considera esta agua de buena calidad, de reciente infiltración y circulando a través de rocas volcánicas. Según la clasificación de Piper el agua pertenece a la familia de bicarbonatada sódica de reciente infiltración y una circulación a través de rocas volcánicas (CONAGUA, 2010).

En mayo 2012 se realizó un muestreo de agua en tres pozos para analizar las condiciones cualitativas de agua subterránea en la cercanía del ESDE II y III los cuales resultados se presentan en el **Cuadro 4.14**. Los resultados de estos análisis están visualizados en comparación con la NOM-127-SSA1-1994 "Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización" y con la NOM-001-SEMARNAT-1996 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en los descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Cuadro 4.14. Caracterización del agua subterránea de los pozos de monitoreo.

PARÁMETRO (mg/L)	POZO DE MONITOREO			LÍMITE PERMISIBLE (NOM-127-SSA1-1994)	LÍMITE PERMISIBLE (NOM-001-SEMARNAT-1996)
	PM Mexicana 6	PM Quebalix	PM Cacahuate		
Conductividad Eléctrica (µs/cm)	1105	6320	658	N/A	N/A
Sólidos Totales Disueltos	908	12100	477	1000	N/A
Calcio		339		N/A	N/A
Dureza Total	472	2560	235	500	N/A
Sulfatos	397	7010	161	400	N/A
Arsénico	0.02	0.178	0.03	0.025	0.1 (PD) - 0.2 (PM)
Cadmio	< L.C.	0.587	< L.C.	0.005	0.1 (PD) - 0.2 (PM)
Cromo Total	< L.C.	0.119	< L.C.	0.05	0.5 (PD) - 1 (PM)
Cobre	< L.C.	47.1	0.032	2	4 (PD) - 6 (PM)
Níquel	< L.C.	3.25	< L.C.	N/A	2 (PD) - 4 (PM)
Plomo	< L.C.	< L.C.	0.014	0.01	0.2 (PD) - 0.4 (PM)
Zinc	0.018	63.6	0.026	5	10 (PD) - 20 (PM)
Hierro	0.336	429	0.531	0.3	N/A

L.C. = Menor de Límite de Cuantificación, PD = Promedio Diaria, PM = Promedio Mensual.

En el pozo Quebalix se detectaron para nueve parámetros altas concentraciones que rebasan los límites máximos permisibles de la NOM-127-SSA1-1994 por múltiples. Una fuga del represo Quebalix parece posible ya que el pozo se encuentra aguas abajo de este represo y el alto valor de cobre (47.1 mg/L) presenta correlación con la solución lixiviado. En referente a la NOM-001-SEMARNAT-1996 se rebasan los valores de Arsénico, Cadmio, Cobre, Níquel y Zinc.

Los otros dos pozos presentan condiciones aceptables con relación a las Normas, solamente se detectan altos valores para el hierro y arsénico. El plomo se detectó con un valor ligeramente alto en el pozo Cacahuate. Todos los parámetros de estos dos pozos se encuentran dentro del límite permisible para la NOM-001-SEMARNAT-1996.

En el Cuadro 4.15 se presentan resultados de los análisis fisicoquímicos en pozos de monitoreo de agua subterránea en el límite occidental del SA y en uno aguas abajo del sitio de proyecto. En referente a la NOM-127-SSA1-1994, se registraron en todos los pozos valores altos para el parámetro hierro, en especial en los pozos Mexicana y Capote 2. Igualmente se presentan valores altos para el arsénico y sulfato. En los otros parámetros de los metales pesados no se detectaron valores que sobrepasen los límites permisibles de la NOM. El pozo Mexicana sobrepasa el límite del promedio mensual para el arsénico pero queda bajo del límite del promedio diario. En base a estos resultados el agua no representa ningún peligro para las aguas nacionales considerando que el lugar se ubica en una zona minera con altos valores de contaminantes de fondo.

Cuadro 4.15. Resultados del análisis fisicoquímico de las muestras de agua subterránea tomadas en los pozos de monitoreo.

Parámetros analizados en la muestra	Unidad	Punto de muestreo						Límites permisibles de la calidad de agua	
		PM Kino	PM Álamo 2	PM Mexicana	PM Presa de Jales 1	PM Capote 2	Campo Frío	NOM-127-SSA1-1994	NOM-001-Semarnat-1996
Materia Flotante		Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	-----	-----	-----	ausente
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1067 a 25.0°C	1 141 a 25.0°C	593 a 25.0°C	616 a 25.0°C	1 860 a 25.0°C	1309 a 25.0°C	-----	-----
pH		6.97±0.03 a 22.1°C	6.26±0.03 a 20.6°C	6.65±0.03 a 21.4°C	7.14±0.03 a 22.3°C	6.03±0.03 a 21.2°C	8.12 a 17.4°C	6.5-8.5	-----
Sulfatos (SO4)	mg/L	248	753	113	12	989	538	400	-----
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	-----	-----	-----	-----	1580	1070	1000	-----
Dureza Total (CaCO3)	mg/L	-----	-----	-----	-----	1030	691	500	-----
Grasas y Aceites	mg/L	<C.M.C.	< C.M.C.	15	< C.M.C.	-----	-----	-----	15 (PD) - 25 (PM)
DBO	mg/L	<LC.	<LC.	8	9	-----	-----	-----	75 (PD) - 150 (PM)
Sólidos	mg/L	7	8,4	167	< C.M.C.	-----	-----	-----	75 (PD) -

Cuadro 4.15. Resultados del análisis fisicoquímico de las muestras de agua subterránea tomadas en los pozos de monitoreo.

Parámetros analizados en la muestra	Unidad	Punto de muestreo						Límites permisibles de la calidad de agua	
		PM Kino	PM Álamo 2	PM Mexicana	PM Presa de Jales 1	PM Capote 2	Campo Frío	NOM-127-SSA1-1994	NOM-001-Semarnat-1996
Suspendidos Totales							-	--	125 (PM)
Sólidos Sedimentables	mg/L	<CM.C.	< C.M.C.	42	< C.M.C.	-----	----- -	----- --	1 (PD) - 2 (PM)
Arsénico (As)	mg/L	0,052	0,034	0,105	0,019	0,038	< L.C.	0,025	0.1 (PD) - 0.2 (PM)
Cadmio (Cd)	mg/L	<LC.	<LC.	<LC.	<LC.	<LC.	----- -	0,005	0.1 (PD) - 0.2 (PM)
Cobre (Cu)	mg/L	<L.C.	<L.C.	0,21	<L.C.	0,692	0.114	2	4 (PD) - 6 (PM)
Cianuro Total (CN)	mg/L	<LC.	<L.C.	<LC.	<LC.	-----	----- -	0,07	1 (PD) - 2 (PM)
Cromo Total (Cr)	mg/L	<LC.	<L.C.	<LC.	<LC.	0,013	----- -	0,05	0.5 (PD) - 1 (PM)
Mercurio (Hg)	mg/L	<L.C.	<LC.	<L.C.	<LC.	-----	----- -	0,001	0.005 (PD) - 0.01 (PM)
Níquel (Ni)	mg/L	<LC.	<LC.	<LC.	<LC.	<LC.	< L.C.	----- --	2 (PD) - 4 (PM)
Plomo (Pb)	mg/L	<LC.	<LC.	<LC.	<LC.	<LC.	< L.C.	0,025	0.2 (PD) - 0.4 (PM)
Zinc (Zn)	mg/L	<L.C.	0,11	0,31	<LC.	0,397	0.183	5	10 (PD) - 20 (PM)
Fósforo Total (P)	mg/L	0,53	0,53	3,4	<L.C.	-----	----- -	----- --	20 (PD) - 30 (PM)
Hierro (Fe)	mg/L	4,72	1,6	89,5	0,462	20,6	11.2	0,3	-----
Nitrógeno Total Kjeldahl (N)	mg/L	<CMC.	< C.M.C.	2	<C.M.C.	-----	----- -	----- --	40 (PD) - 60 (PM)

C.M.C. = Menor a Cantidad Mínima Cuantificable; L.C. = Menor de Límite de Cuantificación, DBO = Demanda Bioquímica de Oxígeno, PD = Promedio Diaria, PM = Promedio Mensual.

IV.3.1.3.1.6. Disponibilidad de agua subterránea

La recarga total media anual que recibe un acuífero, corresponde a la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero. Para el acuífero Río San Pedro se estima una recarga total media anual de 41 Mm³/año. La descarga natural se estimó sumando los volúmenes de agua concesionados de los manantiales, el caudal base de los ríos alimentados por el acuífero y las descargas que se deben conservar para no afectar a los acuíferos adyacentes. Se estimó un volumen de 17 Mm³/año. El volumen anual de extracción, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos al Registro Público de los Derechos del Agua (REPDA), es de 31.5 Mm³/año para el 30 de septiembre del 2008. Estas cifras presentan un balance negativo para la disponibilidad media anual de agua subterránea en el acuífero Río San Pedro, indicando que no existen volúmenes adicionales para otorgar nuevas concesiones (CONAGUA, 2009) (Cuadro 4.16).

El mismo cálculo se llevó a cabo para la estimación de la disponibilidad media anual en el acuífero Bacoachi. Con las cantidades de la recarga total media anual de 37 Mm³/año, de la descarga natural comprometida de 7.6 Mm³/año y del volumen concesionado de agua subterránea de 13.9 Mm³/año (al 31 de marzo de 2010), resultó una disponibilidad para este acuífero de 10.2 Mm³/año. Esta cantidad permite otorgar nuevas concesiones para la extracción de agua subterránea en este acuífero (CONAGUA, 2002b). Para el acuífero Río Bacanuchi se reportaron cantidades de la recarga de 19 Mm³/año, de la descarga natural comprometida 6.1 Mm³/año y del volumen concesionado de agua subterránea de 2.6 Mm³/año (al 31 de marzo de 2010), resultando una disponibilidad de 10.3 Mm³/año, lo que permite también otorgar nuevas concesiones para la extracción de agua subterránea en este acuífero (CONAGUA, 2010) (Cuadro 4.16). Cabe mencionar que, los cálculos de la disponibilidad para los acuíferos Río Bacoachi y Río Bacanuchi, solamente consideraron el material granular donde existen aprovechamientos hídricos e información hidrogeológica. Como todavía no se cuenta con la información necesaria para una evaluación en la parte inferior del acuífero, es posible que la disponibilidad sea aún mayor que la reportada (CONAGUA, 2002b, CONAGUA, 2010).

Cuadro 4.16. Disponibilidad de agua subterránea en los acuíferos Río San Pedro, Río Bacoachi y Río Bacanuchi.

Acuífero	Disponibilidad media anual de agua subterránea (Mm ³ /año)	Recarga total media anual (Mm ³ /año)	Descarga natural comprometida (Mm ³ /año)	Volumen concesionado e inscrito en el REPDA (Mm ³ /año)
Río San Pedro	-7.5	41.0	17.0	31.5
Río Bacoachi	10.2	37.0	7.6	13.9
Río Bacanuchi	10.3	19.0	6.1	2.6

El área que ocupa el SA se encuentra vedada por los decretos de veda publicados en el Diario Oficial de la Federación de fecha 19 de septiembre de 1978 para el Meridiano 110 y de 2 de junio de 1967 para la Costa de Hermosillo.

Para el suministro de agua fresca para Buenavista del Cobre se emplearán concesiones ya otorgadas por CONAGUA para extraer alrededor de 26.5 Mm³/año en pozos que están distribuidos en los acuíferos alrededor de la mina de Cananea.

IV.3.2 Aspectos bióticos

IV.3.2.1 Caracterización de la vegetación

El terreno donde se tiene la construcción del proyecto ESDE II, se encuentra ubicado dentro del complejo minero de Buenavista del Cobre, y el cual está libre de vegetación, como consecuencia del asentamiento industrial histórico. Sin embargo se hace una descripción de la vegetación que pudiera encontrarse de manera general dentro del Sistema Ambiental y en los alrededores del sitio del proyecto.

La posición latitudinal que el territorio mexicano ha tenido a lo largo de su evolución, los procesos de orogenia y vulcanismo, el intemperismo y otros factores modeladores del paisaje, han hecho que nuestro país tenga una gran diversidad de ambientes, lo cual se refleja en la biota que se desarrolla en su territorio (Gonzales Medrano,2003).

De manera general, la vegetación del Sistema Ambiental corresponde a la característica de la Provincia “Sierra Madre Occidental”, Subprovincia Sierras y Valles del Norte, y en menor proporción, pero no por eso menos importante a la Provincia “Sierras y Llanuras del Norte”, Subprovincia “Llanuras y Médanos del Norte”. En el SA, además de las áreas impactadas y sin Vegetación Aparente (37.33 %), se desarrollan varios tipos de vegetación, destacando: Pastizal Natural (34.12%), Bosques de Encino con Vegetación Secundaria Arbustiva (26.62 %), Pastizal Natural con Vegetación Secundaria Arbustiva (1.91 %), y en menor proporción Agricultura de Riego (0.003%), **Figura 4.21.**

Dentro del Sistema Ambiental, la vegetación se encuentra sobre afloramientos de origen sedimentario, ígneo y metamórfico, donde los tipos de suelo son Phaeozem, Leptosol, Luvisol, Regosol y Planosol. Algunos de los elementos más comunes son: *Quercus arizonica* (encino blanco), *Quercus emoryi* (encino bellotero), *Prosopis velutina* (mezquite), así como algunas herbáceas como *Bouteloua gracilis* (navajita común), *Bouteloua curtipendula* (banderilla) y *Cyperus esculentus* (coquillo).

IV.3.2.1.1 Perfil de vegetación

La vegetación en la porción mexicana de la cuenca del Río San Pedro, está influenciada por la posición latitudinal y rangos de altitudes de esta región. La zonificación de la vegetación conforme a un gradiente latitudinal fue observada primeramente por Forster, y posteriormente Humboldt en un ensayo de 1805, encontró el mismo fenómeno en una escala local, a lo largo de un gradiente altitudinal (Lomolino, 2005).

En la Cuenca del Río San Pedro, la distribución de los climas, gradiente altitudinal y la exposición de las laderas de las montañas que la circundan, así como el impacto de las actividades humanas, marcan la ordenación aproximada de la vegetación en franjas, encontrando los tipos afines a climas como los pastizales, mientras que al pie de las montañas lo integran algunos encinos a manera de sabanas, en sus montañas con los bosques de táscate y encino en las partes bajas, hasta los



bosques de pinos en la cima, pasando por bosques mixtos de pino y encino en menor medida.

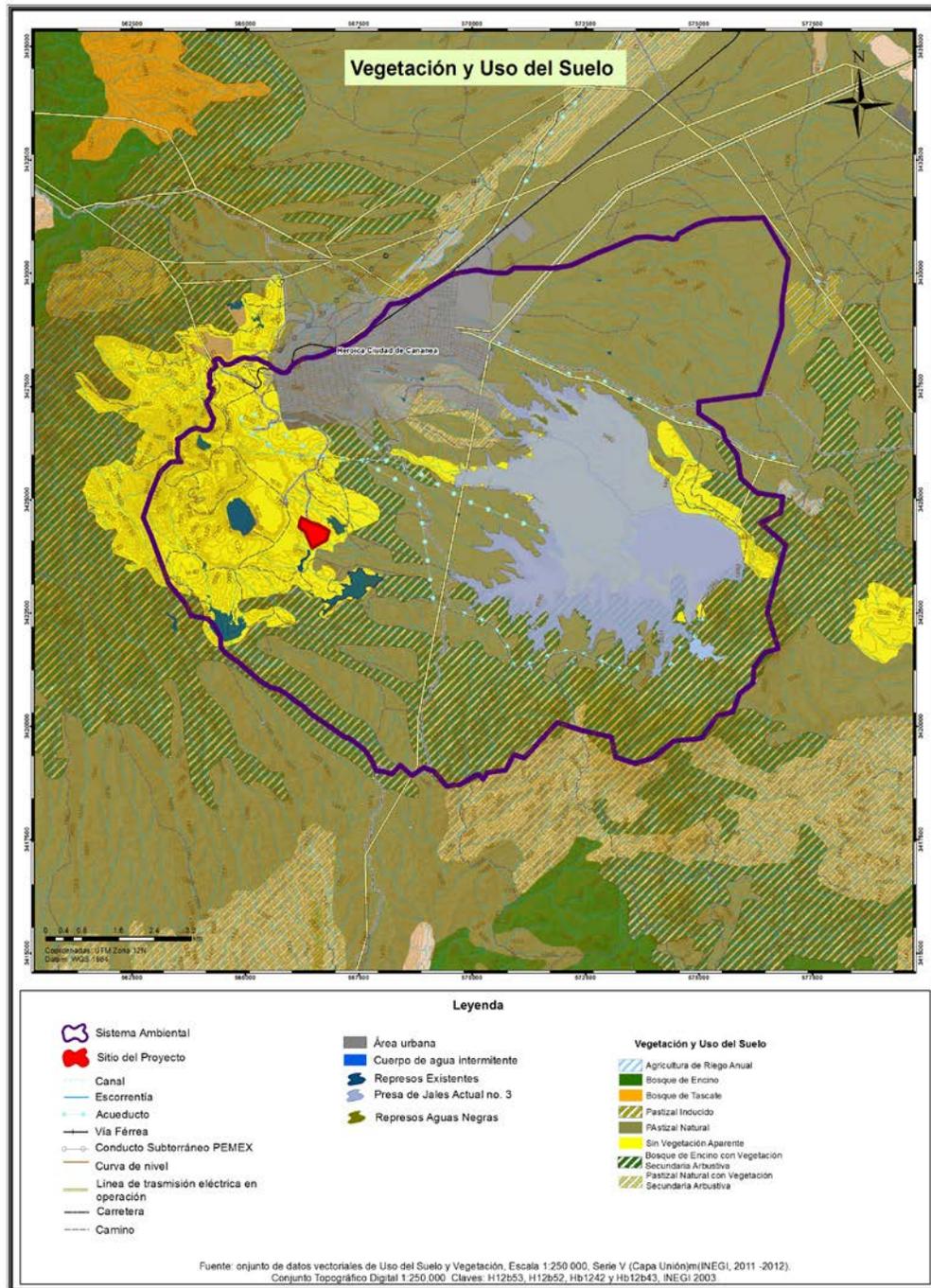


Figura 4.21. Tipo de Vegetación y Uso del Suelo dentro del Sistema Ambiental y del sitio del Proyecto.

El diagrama de perfil de vegetación se obtiene a partir de la observación en campo de al menos dos elementos del sistema ambiental: la presencia-ausencia de individuos y su forma vital, pudiéndose utilizar símbolos para cada una de las especies, por ejemplo las propuestas por Danserau (Franco *et al.*, 1985). En el Sitio del Proyecto se presenta mayor perturbación ecológica y cuyas cualidades ambientales se han modificado, debido a que se encuentra cerca de caminos y obras en operación (**Figuras 4.22 y 4.23**), en algunas partes se observan pequeños arbustos por lo que no se obtuvo un perfil de vegetación.



Figura 4.22. Vista de la infraestructura de la mina en operación y al fondo se observan pequeños manchones de vegetación con arbustos pequeños.



Figura 4.23. Infraestructura de la mina en operación, nuevamente con pequeños manchones de vegetación secundaria arbustiva.

IV.3.2.1.2 Tipo de vegetación

En el área cercana al complejo minero de Buenavista del Cobre, se presentan principalmente: [i] vegetación de pastizal, que es dominante en casi la totalidad de la extensión territorial, y [ii] bosque de encino-pino. Cabe destacar que en el área del sitio del proyecto no existe vegetación a consecuencia del asentamiento minero histórico. Estos tipos de vegetación se describen a continuación.

Pastizal natural. En esta categoría se incluye aquella cubierta vegetal donde el papel dominante lo desempeñan las gramíneas, que tienen altura media de 0.5 a 1 m de altura. Limita en su parte superior con encinales abiertos y en la parte inferior con mezquiales y matorrales desérticos. El fuego es importante en el mantenimiento de la estructura del ecosistema en este tipo de vegetación, rivalizando con el papel de la

precipitación (McPherson, 1995). En el Sitio del Proyecto, el pastizal se distribuye, sobre lomeríos suaves, bajíos y pequeñas planicies, con suelos someros a profundos.

Este tipo de vegetación por su abundancia de gramíneas tradicionalmente ha sido aprovechado para la actividad ganadera, aunque el sobrepastoreo ha favorecido la pérdida de suelo por procesos erosivos. La eliminación del material combustible por sobrepastoreo ha afectado el régimen natural de los incendios, lo que ha permitido el establecimiento de arbustos leñosos como mezquites y uña de gato 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. De hecho, el pastizal desértico como el de Cananea son los últimos restos de pastizal americano que no han sido alterados significativamente.

Bosque de encino-pino: Es la segunda vegetación dominante, donde los elementos dominantes son los encinos (*Quercus*). En el área se encuentra desde lomeríos bajos a partir de los 1,600 m s.n.m., hasta las partes medias de las montañas. Colinda en la parte superior con bosques de pino, 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 m de altura. Durante la estación seca del año, el follaje de algunos encinos se torna rojiza y en casos de sequía severa pueden perder la hoja, esto se observa en el encino bellotero (*Quercus emoryi*) y la bellota de cochi (*Quercus oblongifolia*). Este tipo de vegetación abierta requiere de incendios naturales periódicos para mantener su estructura.

El sobrepastoreo ha disminuido los materiales combustibles disponibles, cambiando el régimen natural de la frecuencia de incendios, dando la oportunidad para que se establezcan árboles y arbustos que de manera natural morirían en los incendios. Debido a esto, se observa un incremento en la densidad de algunos arbustos, principalmente manzanita y táscate. No es el caso de los encinos que son comidos por el ganado en los estados tempranos de su crecimiento, por lo que no se observa

reposición de encinos y su densidad se reduce con el tiempo. El resultado es que los encinos son reemplazados por mezquites, manzanita y táscale, la densidad del arbolado de bosque se incrementa, haciendo posible incendios más intensos y dañinos.

En la parte montañosa, el arbolado del encinar es más denso. Se observa en encinos y táscales tallos múltiples, resultado del rebrote después de incendios intensos. Este efecto es una adaptación de las especies nativas a los incendios forestales, lo que se puede observar en las laderas de la Sierra La Mariquita en la parte que desciende a Cananea, en donde ocurrió un incendio intenso en 1997, que afectó el arbolado.

Este tipo de vegetación ha sido usado como agostadero, se han aprovechado los táscales para postes de cercos por su durabilidad, las ramas y encinos secos han servido como leña, las cortas se ven con más frecuencia en la proximidad de los caminos.

Sin vegetación aparente. Presenta un 37.33% de esta categoría, esto debido a que un buen porcentaje de la superficie sin vegetación corresponde al asentamiento minero histórico, donde el terreno no tiene las condiciones necesarias para soportarla la vegetación. En estos sitios prácticamente la vegetación es nula, debido principalmente a las actividades humanas que provocan que la vegetación no se restablezca en estos sitios.

El **Cuadro 4.17** presenta el listado de las especies que pudieran encontrarse dentro del Sistema Ambiental, de acuerdo a la bibliografía (Shreve y Wiggins, 1964; Rzedowski, 1978; Henrickson y Johnston, 1997; Lomolino *et al.*, 2005). Se registran 71 especies, pertenecientes a 22 familias botánicas y 49 géneros.

Cuadro 4.17. Especies vegetales que pudieran encontrarse en el Sistema Ambiental (según Shreve y Wiggins, 1964; Rzedowski, 1978; Henrickson y Johnston, 1997; Lomolino *et al.*, 2005).

Familia	Nombre científico	Nombre común
Agavaceae	<i>Agave palmeri</i>	Lechuguilla
Agavaceae	<i>Agave parryi</i>	Sotol
Agavaceae	<i>Dasyllirion wheeleri</i>	Serrucho

Cuadro 4.17. Especies vegetales que pudieran encontrarse en el Sistema Ambiental (según Shreve y Wiggins, 1964; Rzedowski, 1978; Henrickson y Johnston, 1997; Lomolino et al., 2005).

Familia	Nombre científico	Nombre común
Agavaceae	<i>Yucca elata</i>	ND
Amarantaceae	<i>Amaranthus palmeri</i>	Quelite
Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i>	Batamote
Asteraceae	<i>Baccharis sarothroides</i>	Romerillo
Asteraceae	<i>Chrysothamnus nauseosus</i>	Hierba del hambre
Asteraceae	<i>Xanthium strumarium</i>	Cadillo
Asteraceae	<i>Erigeron</i> sp.	ND
Cactaceae	<i>Echinocereus rigidissimus</i>	ND
Cactaceae	<i>Mammillaria</i> sp.	ND
Cactaceae	<i>Opuntia phaeacantha</i>	Nopal
Cactaceae	<i>Opuntia spinosior</i>	Síbiri
Cupressaceae	<i>Juniperus coahuilensis</i>	Táscate
Chenopodiaceae	<i>Salsola tragus</i>	Salsola
Cupressaceae	<i>Juniperus deppeana</i>	Táscate
Cupressaceae	<i>Juniperus monosperma</i>	Táscate
Ericaceae	<i>Arbutus arizonica</i>	Madroño
Ericaceae	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Manzanita
Fabaceae	<i>Acacia constricta</i>	Vinorama
Fabaceae	<i>Lupinus</i> sp.	ND
Fabaceae	<i>Calliandra eriophylla</i>	Cósahui del norte
Fabaceae	<i>Mimosa biuncifera</i>	Gatuño
Fagaceae	<i>Quercus emoryi</i>	Encino bellotero
Fabaceae	<i>Prosopis velutina</i>	Mezquite
Fabaceae	<i>Mimosa dysocarpa</i>	Mezquitillo
Fagaceae	<i>Quercus oblongifolia</i>	Bellota de cochi
Fabaceae	<i>Vicia pulchella</i>	ND
Garryaceae	<i>Garrya wrightii</i>	ND
Lamiaceae	<i>Monarda austromontana</i>	Orégano
Nolinaceae	<i>Nolina microcarpa</i>	Palmilla
Oleaceae	<i>Fraxinus velutina</i>	Fresno
Pinaceae	<i>Pinus discolor</i>	Pino piñonero
Pinaceae	<i>Pinus cembroides</i>	Pino piñonero
Pinaceae	<i>Pinus leiophylla</i> var. <i>chihuahuana</i>	Pino chimonque
Pinaceae	<i>Pinus arizonica</i>	Pino de Arizona
Pinaceae	<i>Pinus engelmannii</i>	Pino piñonero
Platanaceae	<i>Platanus racemosa</i>	Sicomoro
Poaceae	<i>Andropogon citratus</i>	Zacate tallo azul
Poaceae	<i>Andropogon tener</i>	Popotillo delgado
Poaceae	<i>Aristida shiediana</i>	Tres barbas vagabundo

Cuadro 4.17. Especies vegetales que pudieran encontrarse en el Sistema Ambiental (según Shreve y Wiggins, 1964; Rzedowski, 1978; Henrickson y Johnston, 1997; Lomolino et al., 2005).

Familia	Nombre científico	Nombre común
Poaceae	<i>Aristida ternipes</i>	Zacate araña
Poaceae	<i>Aristida ternipes</i>	Zacate araña
Poaceae	<i>Bouteloua gracilis</i>	Navajita
Poaceae	<i>Bouteloua curtipendula</i>	Zacate banderilla
Poaceae	<i>Bouteloua hirsuta</i>	Navajita velluda
Poaceae	<i>Digitaria californica</i>	Punta blanca
Poaceae	<i>Bouteloua chondrosioides</i>	Navajita morada
Poaceae	<i>Elyonorus mutica</i>	Zacate lanudo
Poaceae	<i>Eragrostis intermedia</i>	Zacate llanero
Poaceae	<i>Heteropogon contortus</i>	Zacate colorado
Poaceae	<i>Hilaria belangeri</i>	Zacate galleta
Poaceae	<i>Hilaria muticá</i>	Zacate toboso
Poaceae	<i>Leptochloa dubia</i>	Zacate gigante
Poaceae	<i>Lycurus phleoides</i>	Zacate lobero
Poaceae	<i>Muhlenbergia emersleyi</i>	Zacate de toro
Poaceae	<i>Muhlenbergia montana</i>	Liendrilla de la montaña
Poaceae	<i>Poa fendleriana</i>	Zacate azul borreguero
Poaceae	<i>Sporobolus cryptandrus</i>	Zacatón desgranador
Poaceae	<i>Sporobolus airoides</i>	Zacatón alcalino
Ranunculaceae	<i>Delphinium sp.</i>	ND
Rhamnaceae	<i>Ceanothus fendleri</i>	Corona de indio
Rhamnaceae	<i>Rhamnus betulifolia</i>	ND
Rosaceae	<i>Cowania mexicana</i>	Cowania
Rosaceae	<i>Prunus serotina</i>	Capulín
Scrophulariaceae	<i>Castilleja tenuifolia</i>	ND
Salicaceae	<i>Populus fremontii</i>	Álamo
Salicaceae	<i>Salix exifolia</i>	Sauz negro
Salicaceae	<i>Salix gooddingii</i>	Sauz
Verbenaceae	<i>Verbena carolina</i>	Verbena

ND: No Documentado

IV.3.2.1.3 Formas vitales

La flora de México presenta una gran diversidad de tipos morfológicos de plantas, conocidos como formas biológicas o formas vitales. Estas formas biológicas (árboles, arbustos, trepadoras, etc.), pueden ser un indicador del acoplamiento de la planta al medio en que viven (Rzedowski, 1978).

Las formas vitales que se pueden observar en el Sitio del Proyecto de acuerdo a la bibliografía, se dividen en tres principales formas vitales, siendo las herbáceas las más abundantes; seguida por las arbóreas y finalmente las arbustivas.

IV.3.2.1.4 Características estructurales

Dado que en el sitio del proyecto, no hay cobertura vegetal, debido al asentamiento del complejo minero, no se puede hacer la caracterización estructural de la comunidad vegetal. Sin embargo a continuación se hace una descripción de lo que pudiera encontrarse en los alrededores del complejo minero.

En lo que respecta a la vegetación, cerca del 70 por ciento del territorio del estado está cubierto de vegetación desértica con una superficie aproximada de 13 500,000 de hectáreas; por bosques 1 200,000 hectáreas; de pastizales 2 230,000; de selva 301, 859 hectáreas y 1 088,541 de terrenos agrícolas.

El estado cuenta con 17 tipos de vegetación, 7 corresponden al desierto de Sonora y uno de transición con el desierto de Chihuahua, resultando 8 tipos de vegetación desértica que son matorrales micrófilos inerme, micrófilo crasicuales, matorral arborescente alto con espinas laterales, arbocrasicaulescente, arbosufrutescentes, sarcocualesentes y microfilo subinerme. Estos matorrales o arbustos, menores de cuatro metros de altura, representan, junto con la vegetación halófila y manglares, la totalidad de la vegetación presente en la región desértica.

Los bosques constituyen el 6.4 por ciento de la superficie estatal y ocupan las porciones más templadas y frías de la región; se encuentran en las serranías en la parte oriental del estado.

La cubierta vegetal ha sido restringida a superficies de agostadero, sin pretender utilizar sus elementos en otra forma.

IV.3.2.1.5 Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

La Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, tiene como objetivo identificar a las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo dentro de la República Mexicana, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones. En Sistema Ambiental y en el

sitio del Proyecto, no se encontraron individuos de las especies de flora silvestre listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

IV.3.2.1.6 Especies de interés biológico

A continuación se presentan las especies de interés biológico que se identificaron cercanas al sitio del Proyecto y se describe su interés biológico:

Dátil (*Yucca elata*). Fruto como alimento para aves y pequeños mamíferos, percha para aves, sitio protegido para anidación de aves, roedores y pequeños reptiles, planta nodriza para especies vegetales menores, puede ser precursora de islas de vegetación.

Los **zacates** pertenecientes a la Familia Poaceae, en general desempeñan la función de retener suelos, esta familia aparece como complejo de especies en las zonas de pastizal natural, formando un mosaico entre sus diferentes especies. Cada especie tiene estructuras radiculares diferentes, como lo son profundidad y formas fibrosas de la raíz, diferentes longitudes tanto verticales como horizontales, por tanto la parte aérea impide que la lluvia golpee el suelo directamente y la raíz retiene la humedad, esto obliga al agua viajar más lentamente en superficie, permitiendo una mayor percolación al subsuelo.

La **Familia de las Fabaceae** en general se le considera importante desde el punto de vista biológico por varias características entre ellas, la propiedad de fijar nitrógeno debido a la naturaleza de las leguminosas por entrar en simbiosis con las bacterias en el suelo, las vainas y semillas sirven de alimento a mamíferos, hogar para aves, sombreaderos para el ganado y raíces profundas capaces de extraer agua en sitios donde otras especies no pueden acceder. El inconveniente es que se le considera especie invasiva, principalmente del pastizal y aunque no es propia de este tipo de vegetación, representa los más altos valores de importancia, como ejemplo el Cósahui del norte (*Calliandra eriophylla*), tiene el valor más alto de importancia en el pastizal, y representa el 20% de la densidad de las especies.

La Familia Fagaceae es la que durante varios miles de años se ha adoptado al clima de la zona y está en equilibrio con ella. Las hojas son caducas. La semilla no presenta endospermo, en los cotiledones se acumula gran cantidad de reservas, por eso muchos de ellos son comestibles, tanto por mamíferos como lo son el jabalí, ardillas, conejos y roedores, así como para el ganado y también por habitantes de la región. La propiedad de hojas deciduas, introduce en el sistema una capa de material vegetal que al descomponerse recicla nutrientes y sirve como protección para la germinación de semillas de diferentes especies, en ocasiones los límites entre el bosque y el pastizal no son claros, existiendo un ecotono donde conviven especies de ambos tipos de vegetación, debido a esto es que el conjunto de encinos representa un gran porcentaje en el valor de importancia.

IV.3.2.1.7 Especies utilizadas en la Región

Las especies vegetales cultivadas y silvestres tienen diversas utilidades para las poblaciones adyacentes que dan como resultado una relación única que se compone de dos conjuntos de elementos: por un lado el bagaje cultural y social, aunado a los gustos y preferencias personales; y por el otro, el medio físico que rodea a las personas. Esta combinación es por lo tanto tan particular, como cada sitio. En el contexto de la región Noroeste de México, son escasos los estudios sobre herbolaria; destaca el realizado por Bañuelos (1996) con mujeres del Sur de Sonora, que documentó el uso de 92 especies vegetales para el tratamiento de 53 padecimientos. Además, están los usos tradicionales directos como son el pastoreo, leña, construcción y alimento. A continuación se describen algunos de los usos registrados para las especies presentes en el Sitio del Proyecto.

En la región se consume y hasta se comercializa la bellota del encino bellotero (*Quercus emoryi*), normalmente de manera tostada y únicamente durante la época de producción, por no poderse almacenar por largos periodos. La corteza del madroño (*Arbutus arizonica*) se ha utilizado en medicina natural como diurético.

Después de la minería, la principal actividad económica tradicional es la ganadería, practicándose en todos los tipos de vegetación. Por este motivo, toman especial importancia la familia Poaceae (**Figura 4.24**). Los zacates como lo son Tres barbas vagabundo (*Aristida shiediana*), Zacate araña (*Aristida ternipes*), Popotillo (*Bothriochloa barbinodis*), Navajita morada (*Bouteloua chondrosioides*), Banderilla (*Bouteloua curtispendula*), Navajita negra (*Bouteloua eriopoda*), Navajita común (*Bouteloua gracilis*), Navajita velluda (*Bouteloua hirsuta*), Navajita alacrán (*Bouteloua scorpioides*), Zacate lagunero (*Chloris virgata*), Zacate llanero (*Eragrostis intermedia*), Zacate galleta (*Hilaria belangeri*), Zacate toboso (*Hilaria mutica*), Zacate gigante (*Leptochloa dubia*), Zacate lobero (*Lycurus phleoides*), Zacate de toro (*Muhlenbergia emersleyi*), Liendrilla de la montaña (*Muhlenbergia montana*), Zacate azul borreguero (*Poa fendleriana*), Zacatón alcalino (*Sporobolus airoides*), son comunes a nivel regional y forman un tapiz en donde difiere la densidad de cada especie, este tapiz es importante ya que tiene varias funciones, la más importante es el entramado que conforman las raíces, lo cual ayuda a mantener el suelo, evitando la erosión; además de ser alimento para ganado, principalmente vacuno. El sobrepastoreo en el pastizal natural ha favorecido la invasión del mezquite (*Prosopis velutina*), también el sobrepastoreo ha causado la pérdida de pastos nativos y la consiguiente erosión.



Figura 4.24. Vegetación tipo Pastizal natural que se puede observar en el sitio del Proyecto.

IV.3.2.2 Fauna

Particularmente, se estima que en el país se encuentra entre un 10 y 12 % de las especies conocidas por la ciencia (Ramamoorthy *et al.*, 1998), por lo cual la extraordinaria diversidad faunística se debe principalmente por la complejidad de su accidentada topografía, la variedad de climas y la convergencia de dos regiones biogeográficas perfectamente bien definidas, tales como la neártica y la neotropical (Álvarez y De Lachica, 1991; Flores y Gerez, 1994).

Por lo anterior y de manera particular, es importante mencionar que el SA delimitado y el Sitio del Proyecto, se incluye en la región neártica, de acuerdo a la regionalización zoogeográfica de Álvarez y De Lachica (1991), la cual se caracteriza por presentar especies que ocupan y dominan porciones montañosas, con climas secos, templados y tropicales (Toledo, 1988). Para ejemplificar, la regionalización zoogeográfica en la que se divide nuestro país, en la **Figura 4.25**, se presenta de manera gráfica la ubicación de las regiones neártica y neotropical, así como de manera general el SA y el Sitio del Proyecto.

IV.3.2.2.1 Zoogeografía

Entre los sistemas usados para dividir el territorio de acuerdo con sus biotas, se encuentran las llamadas “Regiones Naturales”, las cuales están divididas y subdivididas de acuerdo a los factores climáticos, geológicos, edáficos y biológicos presentes que caracterizan a cada una.

Las zonas zoogeográfica neártica y neotropical en la que se divide nuestro país se subdividen a su vez en Provincias Bióticas, dentro de las cuales el sitio del Proyecto se encuentra en la llamada Altiplano Norte Chihuahuense. Esta provincia se caracteriza por presentar dos porciones: la que corre paralelamente ubicada al Sur de la frontera de los Estados Unidos, que podemos considerar como una estribación, relativamente más húmeda; y la porción Este y Sur, cuya elevación es más baja, con clima de tipo árido, cuya vegetación es característica de ambientes áridos y la cual a su vez se encuentra

colindando con la Provincia Biótica Sierra Madre Occidental hacia el Oeste (**Figura 4.25**).

La variación climática y de vegetación favorecen la presencia de múltiples macro y microhábitat, que aunados a la proximidad del sitio del Proyecto con el límite entre ambas regiones biogeográficas, condicionan la estancia de una fauna variada. La distribución en cuanto a la zoogeografía de las especies registradas cercanas al sitio del Proyecto, es diversa debido a su localización. Sin embargo, se puede decir que la mayoría de las especies tienen afinidad neártica, así como compartida, no descartando aquellas transicionales o incluso aquellas de influencia neotropical en las cuales se incluyen muchas de las familias y géneros del grupo de las aves (por ejemplo Falconidae, Cathartidae, Anatidae, Columbidae, Tyrannidae, entre otras). En la **Figura 4.26**, se representa de manera esquemática la distribución de las provincias biogeográficas en el estado de Sonora, el SA y el Sitio del Proyecto.

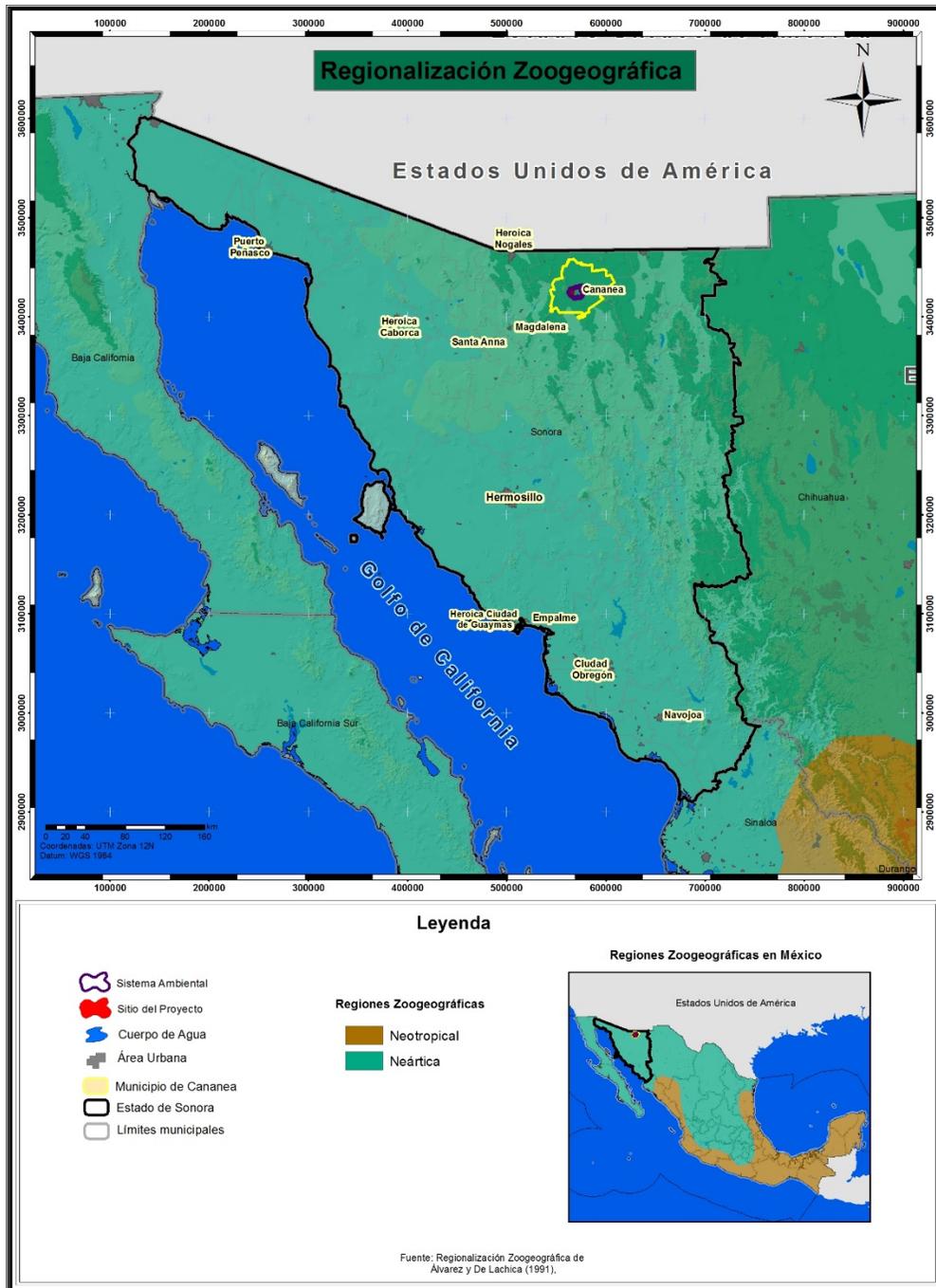


Figura 4.25. Regionalización zoogeográfica de México, ubicación general del estado de Sonora, del municipio de Cananea y del SA delimitado y del Sitio del Proyecto.

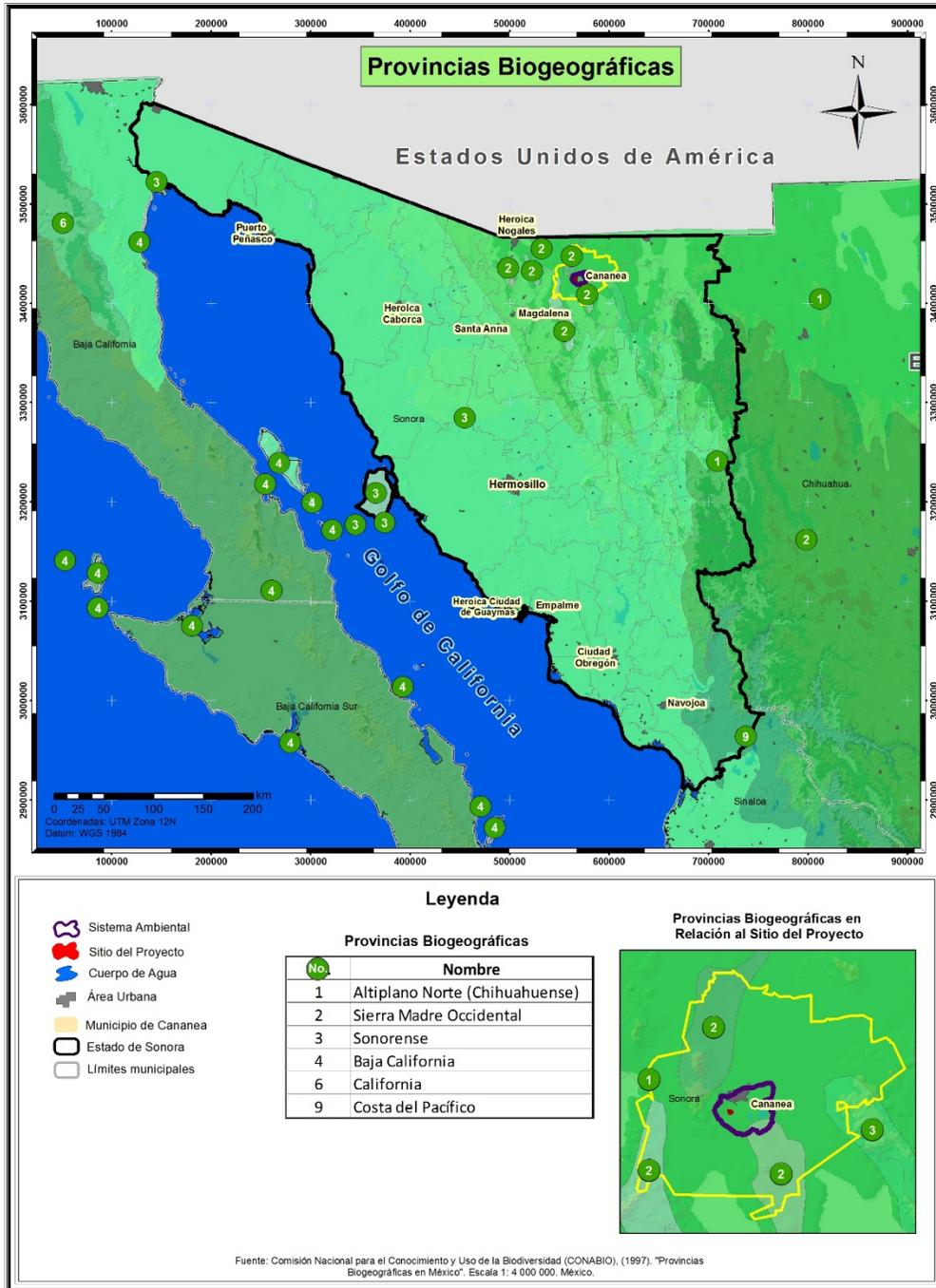


Figura 4.26. Provincias biogeográficas en las que se encuentra el sitio del Proyecto a nivel regionalización zoogeográfica.

IV.3.2.2 Registros faunísticos para el estado y Sistema Ambiental

En general, el estado de Sonora representa el 9.2% de la superficie de territorio nacional, y en él se encuentran aproximadamente el 12 % de las especies de anfibios y reptiles reportados para el país. Por lo tanto, la diversidad de esta entidad federativa es el resultado de la compleja topografía y geología, así como de los diversos climas y microclimas que se encuentran en todo el territorio de este estado.

Para el estado de Sonora se han reportado 858 especies de vertebrados terrestres, de los cuales 35 especies son anfibios, 141 reptiles, 556 aves y 126 mamíferos. Por lo que a continuación se realiza una breve descripción por grupo faunístico reportada para el estado.

Se han efectuado registros de 35 especies de anfibios y 141 de reptiles terrestres y de agua dulce, que se clasifican en 85 géneros y 32 familias, de las cuales existen cinco especies endémicas continentales y ocho insulares. De entre las especies endémicas continentales tenemos las siguientes: *Aspidoscelis opatae*, *Crotaphytus dickersonae*, *Phrynosoma ditmarsii*, *Trachemys yaquia*, *Xantusia jaycoleri* y *Crocodylus acutus*. Cabe mencionar que *Crocodylus acutus* fue observado por última vez en un estuario cerca de Guaymas en 1973, y se considera extinto a nivel estatal. Del total de anfibios y reptiles registrados para el estado, se tiene que 86 especies se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, entre los cuales los grupos más amenazados son las tortugas marinas y las serpientes. Del total de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, son 59 las que se distribuyen en la porción continental del estado, de las cuales 9 están consideradas como amenazadas (A), tales como: *Boa constrictor* (boa constrictora), *Lichanura trevirgata* (boa solocate), *Lampropeltis getula* (culebra real común), *L. pyromelana* (culebra real sonorensis), *Coluber flagellum* (culebra chirreadora común), *Thamnophis cyrtopsis* (culebra listonada de cuello negro), *T. eques* (culebra listonada del sur mexicano), *T. marcianus* (culebra listonada manchada), y *Micruroides euryxanthus* (serpiente coralillo sonorensis). El resto están consideradas bajo la categoría de protección especial (Pr) y en peligro de extinción (P).

En cuanto al grupo de las aves, se tiene que el total de registros para el estado de Sonora, es de 556 especies, pertenecientes a 20 órdenes y 73 familias. Estas representan un 52% de las 1,070 registradas para México. De las 556 especies registradas para el estado de Sonora, 31 de ellas se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales seis especies tienen categoría de peligro de extinción (P), tales como: *Charadrius melodus* (chorlo chiflador), *Nucifraga columbiana* (cascanueces), *Colinus virginianus ridgwayi* (codorniz mascarita), *Aratinga holochlora brewsteri* (perico del noroeste), *Rhyncopsitta pachyrhyncha* (cotorra serrana) y *Laterallus jamaicensis* (polluela negra). Además de nueve especies con categoría de amenazadas: *Accipiter gentilis* (gavilán azor), *Aquila chrysaetos* (águila real), *Branta bernicla nigricans* (ganso de collar), *Charadrius montanus* (chorlo llanero), *Falco femoralis septentrionalis* (halcón aplomado), *Falco mexicanus* (halcón mexicano), *Amazona finschi* (loro de corona lila), *Strix occidentalis* (búho manchado); y las restantes especies tienen una categoría de protección especial (Pr) y amenazadas (A).

Para el grupo de los mamíferos, se tiene que la riqueza de la mastofauna del estado de Sonora, incluye a 126 especies de mamíferos terrestres, que representan el 27 % de la mastofauna terrestre de México. En estas se encuentran representadas un 76 % de las familias y el 49 % de los géneros presentes en el país. Del total de especies registradas para este estado, se tiene que 22 se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, excluyendo ocho subespecies insulares, que representan 24 % del total nacional. Las especies catalogadas en peligro de extinción (P), son: el *Antilocapra americana* (berrendo), *Leopardus pardalis* (ocelote), *L. wiedii* (tigrillo) y *Myotis vivesi* (murciélago pescador); mientras que las especies amenazadas son 11, entre las que tenemos a: *Notosorex crawfordi* (musaraña del desierto), *Choeronycteris mexicana* (murciélago polívoros), *Vulpes macrotis* (zorrita orejona), *Taxidea taxus* (tejón), *Neotoma varia* (rata cabalanchera), *Ondatra zibethicus* (ratas), *Cynomys ludovicianus* (perrito llanero) y *Sciurus arizonensis* (ardilla). De estas especies, se considera que *Cynomys ludovicianus* y *Sciurus arizonensis* están en riesgo de considerarse como amenazadas (A).

A nivel SA, se tiene un registro bibliográfico de 76 familias, distribuidas en 176 géneros y 236 especies, las cuales se distribuyen de la siguiente manera: 14 especies son de anfibios, 49 de reptiles, 130 de aves y 43 de mamíferos.

En el cuadro que se presenta en el **Anexo 4.5**, se incluye el listado faunístico elaborado mediante recopilación bibliográfica, de los vertebrados reportados para el municipio de Cananea y municipios vecinos (Agua Prieta, Ímuris, Santa Ana).

IV.3.2.2.3 Fauna silvestre registrada en el sitio del Proyecto

La fauna dentro de las instalaciones del complejo minero y en el área dentro del sitio del proyecto es nula, sin embargo no se descarta su presencia ocasional en los alrededores del Sitio del Proyecto, principalmente de aves y mamíferos.

Como antecedente, se tiene estudios de muestreos de fauna al Sur del Sitio del Proyecto, en un área aun con vegetación forestal, pero cercana a actividad antropogénica no minera. Derivado del estudio mencionado, se obtuvo un registro total de 24 especies, distribuidas en 17 familias y 24 géneros, de las cuales se tiene que son: 2 especies de reptiles, 19 de aves y 3 de mamíferos, no se encontraron anfibios (**ver Anexo 4.6**)

IV.3.2.2.4 Resultados de los muestreos por grupo taxonómico

A continuación se presenta de manera general los resultados de los muestreos por grupo faunístico que se tiene por estudios anteriores cercanos al Sitio del Proyecto. Sin embargo, debe subrayarse que en el Sitio del Proyecto no se identificó fauna silvestre. El total de registros corresponde a 43 individuos pertenecientes a 24 especies, de los cuales el grupo más numeroso corresponde a las aves, seguido por mamíferos y reptiles.

Reptiles. El grupo de los reptiles ocupa el tercer lugar de importancia en cuanto al número de especies registradas (24), con 2 especies, lo que representa el 8.3% del total. En lo referente al número de individuos por grupo taxonómico, representan el 4.7

% de los 43 individuos reportados para el proyecto. Las dos especies en la zona son: lagartija arbórea común (*Urosaurus ornatus*) y huico de Sonora (*Aspidoscelis sonorae*) con abundancia rara.

Aves. Debido a la gran capacidad de desplazamiento que caracteriza al grupo de las aves, se tiene evidencia de que son los vertebrados más ampliamente distribuidos en el sitio del Proyecto. Por lo cual, derivado del trabajo de campo, se tiene el registro de 19 especies de aves, lo cual representa el 79.2 % de las especies totales. En cuanto al número de individuos por grupo taxonómico, representan el 86 % de los 43 individuos registrados para todos los grupos de vertebrados. Las aves con mayor abundancia, con categoría común, en la zona de Proyecto corresponden al zacatonero corona rufa (*Aimophila ruficeps*), la chara pecho gris (*Aphelocoma ultramarina*), el gorrión zacatero (*Pooecetes gramineus*) y el sastrecillo (*Psaltiriparus minimus*). Especies en su mayoría adaptadas a condiciones de disturbio. Cabe destacar que las demás especies registradas mediante el muestreo directo e indirecto en el sitio del Proyecto y su área de influencia se registraron con una abundancia de categoría rara (Anexo 4.6).

Mamíferos. Derivado del trabajo de campo se obtuvo el registro de 3 especies, lo que representa un 12.5 % del total de especies registradas (24). En cuanto al número de individuos por grupo taxonómico, representan el 9.3 % de los 43 individuos registrados para todos los grupos de vertebrados. El mamífero que presentó mayor abundancia en la zona del proyecto es el murciélago (*Myotis sp*). Las otras dos especies registradas el tlacuache (*Didelphis virginiana*) y tejón, coatí (*Nasua narica*) tienen una abundancia rara.

IV.3.2.2.5 Corredores biológicos y rutas de desplazamiento de la fauna silvestre

Un corredor biológico, corredor ecológico o corredor de conservación, es aquella gran región a través de la cual las áreas protegidas existentes (parques nacionales, reservas biológicas, etc.), o los remanentes de los ecosistemas originales, mantienen su conectividad mediante actividades productivas en el paisaje intermedio que permiten el flujo de las especies. Por ejemplo, en el caso de dos áreas protegidas conectadas por

una región de bosques o selvas no protegidos, el manejo sostenible del bosque permite mantener la composición y estructura del ecosistema forestal, conservando la conectividad, en lugar de transformarlo en áreas de cultivo que constituirían barreras para algunas especies.

Se debe recordar, en este sentido, que los corredores biológicos se establecen para construir, o reconstruir, la conectividad entre áreas del territorio puestas aparte para conservar los ecosistemas, especies y servicios ambientales que alojan. Son entonces fracciones de territorio que no están sujetas a ningún régimen de protección y que se encuentran ubicadas entre áreas protegidas. En términos generales, se trata de sitios que incluyen asentamientos humanos, infraestructura, y sitios dedicados a actividades productivas diversas, y que a raíz de este cúmulo de actividades humanas, muestran diversos índices de fragmentación. El corredor biológico contribuye a la conservación a través de la restitución de la conectividad entre fragmentos de ecosistemas. No opera, por tanto, de la misma manera que las áreas protegidas, puestas aparte para destinar a la conservación porciones “saludables” de ecosistemas, fragmentos de paisaje monumentales y espectaculares, o fenómenos ambientales y biológicos con rasgos que les otorguen un valor especial.

Los pasos que se siguieron para determinar las rutas de desplazamiento de fauna dentro del sitio del Proyecto y del SA, fueron los siguientes:

Paso 1. Análisis de imágenes de satélite y fotografías aéreas, para la identificación o descarte de corredores biológicos y rutas de desplazamiento, considerando características como cobertura vegetal, topografía, presencia de cuerpos de agua, escurrimientos y topografía.

Paso 2. Recorridos en campo, para la verificación y localización de las posibles rutas de movimiento de fauna, previamente identificadas en las imágenes y fotografías. Esta actividad se efectuó mediante recorridos de campo y por medio de muestreos dentro del sitio del Proyecto y del SA, los cuales favorecieron al registro faunístico.

Como dato importante a resaltar, en los recorridos de campo realizados en las áreas en donde se lleva a cabo la actividad minera actual y en las superficies carentes de vegetación, fuera y dentro del sitio del Proyecto, se puso en evidencia la ausencia de fauna silvestre, ya que ésta tiene preferencia por los cordones de vegetación, así como de los arroyos y cañadas, que son utilizados como áreas de desplazamiento.

De manera particular el sitio del Proyecto, su área de influencia y el SA, se encuentran ubicadas fuera de Áreas Naturales Protegidas, por lo cual no existen áreas de conectividad de ecosistemas conservados o corredores biológicos dentro de estas, sin embargo si existe conectividad entre bosques que funcionan como corredores biológicos.

Una manera de detectar la posible presencia o no de corredores biológicos, es mediante recorridos de campo y con ayuda de fotografías aéreas, así como cartas temáticas, en donde se puede observar la existencia de una superficie fragmentada y/o conservada, por el tipo de actividades que se dan en la zona, especialmente por la actividad minera la cual ha ocurrido desde mediados del siglo XIX y es la cual es la principal actividad económica del municipio de Cananea.

La fragmentación que se observa en ciertos sitios, es originada por la transformación del paisaje producto de las actividades humanas, principalmente por la minería. Las consecuencias del proceso de fragmentación, desencadena una serie de modificaciones en los procesos ecológicos y por consecuencia impacta las poblaciones y comunidades de flora y fauna, los suelos y el agua, que responden al cambio de la nueva estructura de los fragmentos.

Por lo anterior dentro del sitio del Proyecto y el SA, existen rutas de desplazamiento de fauna silvestre, las cuales presentan conectividad de fragmentos de vegetación que presentan condiciones óptimas de conservación. Dichas rutas de desplazamiento están conformadas por los cordones de vegetación existentes, así como por los escurrimientos temporales (cañadas). Con base en el reconocimiento de campo de la zona y del registro faunístico de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), se puede afirmar que algunas especies faunísticas tienen

preferencia por rutas de desplazamiento que les proporcionan seguridad, ya que reduce la exposición de éstas a los depredadores.

Cabe resaltar que fuera del SA, se identificó uno de los corredores regionales más importantes, ubicado en la parte Noroeste del municipio de Cananea (Sierra Elenita y Sierra Cananea), que comunica con la parte Sur de los Estados Unidos de América, y que permite la comunicación de la fauna silvestre con migraciones estacionales, propiciando el regreso de éstas durante una época del año.

La bibliografía reporta para la zona una gran variedad de especies (más de 200). Sin embargo, fue baja la diversidad encontrada para el sitio del Proyecto y el SA.

Una de las principales causas que afecta directamente a la diversidad faunística es la fragmentación, por la apertura de caminos, tala, apertura de áreas para ganadería y cultivo. De las especies registradas bibliográficamente en el SA, existen algunas que tienen una alta susceptibilidad de afectación, tal es el caso de: sapo de la gran planicie (*Anaxyrus cognatus*), sapo de puntos rojos (*Anaxyrus punctatus*), sapo pata de pala (*Scaphiopus couchii*), lagartija escamosa de Clarks (*Sceloporus clarkii*), lagartija escamosa de collar (*Sceloporus jarrovi*), huico de Sonora (*Aspidoscelis sonorae*), la culebra sorda (*Pituophis catenifer*), culebra chirriadora sonorensis (*Coluber bilineatus*), víbora cascabel diamantada (*Crotalus atrox*), cascabel tigre (*Crotalus tigris*) y ratón de abazones sonorensis (*Chaetodipus penicillatus*). En general, todas las especies de anfibios y reptiles son susceptibles a la perturbación, producto de las actividades humanas, tales como ganadería, deforestación, agricultura, etc.

Es importante hacer mención que aun cuando el sitio del Proyecto, se clasifica como pastizal natural, existen superficies fuertemente afectadas por el uso pecuario.

Hay que resaltar también que dentro del sitio del Proyecto, no se detectó la presencia de nidos activos, madrigueras y/o refugios, por lo que se considera que el emplazamiento del proyecto no tiene afectación en la fauna silvestre. Un factor importante a destacar que disminuirá la afectación de la fauna silvestre dentro del sitio del Proyecto, es la emisión de ruido por las actividades propias de las instalaciones de

Buenavista del Cobre. Además, dentro de estas instalaciones se operan sistemas activos para ahuyentar de manera permanente a aves.

IV.3.2.2.6 Especies endémicas registradas

De acuerdo con el concepto de especie endémica que se describe en la NOM-059-SEMARNAT-2010, donde se establece que es “aquella cuyo ámbito de distribución natural se encuentra circunscrito únicamente al territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce soberanía y jurisdicción”, o en una expresión más sencilla, aquella que sirve para indicar la tendencia de plantas y animales a permanecer en un ámbito territorial reducido; por ello, cuando se habla de que una especie es endémica (exclusiva) de cierta región, se quiere decir que sólo es posible encontrarla en ese lugar (Navarro y Benítez, 1993).

No se registró ninguna especie con carácter endémico dentro del sitio del Proyecto y su área de influencia. En cuanto a los registros faunísticos de tipo bibliográfico, se reporta al tecolotito colicorto (*Micrathene whitneyi*) como especie endémica. Además en el SA se ubican según la bibliografía 9 especies endémicas y catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tales como: la salamandra (*Ambystoma rosaceum*), la lagartija común (*Uta stansburiana*), la tortuga de río (*Kinosternon sonoriense*), la codorniz (*Colinus virginianus ridwayi*), el perico del noreste (*Aratinga holochlora brewsteri*), la cotorra serrana (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*), el loro de corona lila (*Amazona finschi*), el murciélago pescador (*Myotis vivesi*) y la rata magueyera (*Neotoma varia*), sin embargo no se reporta ninguna en el sitio del Proyecto, seguramente por su actividad minera histórica.

IV.3.2.2.7 Abundancia relativa de cada grupo zoológico

Bibliográficamente, se tomaron datos de estudios que se realizaron alrededor del Sitio del Proyecto y el Sistema Ambiental, la cual nos indica que los tres grupos de vertebrados registrados (reptiles, aves y mamíferos), indica que las especies con abundancia rara son 19 especies (2 reptiles, 15 aves y 2 mamíferos), seguidas por las

especies comunes con 4 (4 aves), y por último, se tienen a las especies abundantes con una (1 mamífero).

En la Figura 4.27, se presenta la abundancia relativa total (abundante, común y rara) de las especies registradas, mientras que en la Figura 4.28, la abundancia relativa para cada uno de los grupos de vertebrados registrados bibliográficamente en áreas cercanas del Sitio del Proyecto y su área de influencia, sin embargo ninguna de estas especies fue observada con presencia directamente en el sitio del Proyecto.

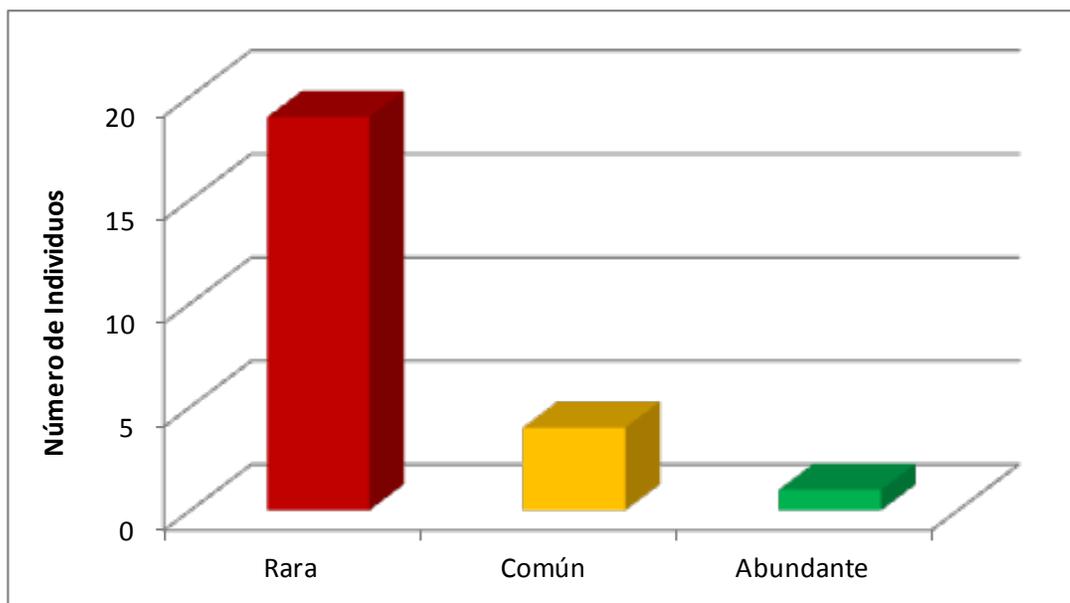


Figura 4.27. Abundancia relativa total de las especies registradas en áreas cercanas al sitio del Proyecto y su área de influencia. En el sitio del Proyecto no se registró presencia de fauna silvestre.

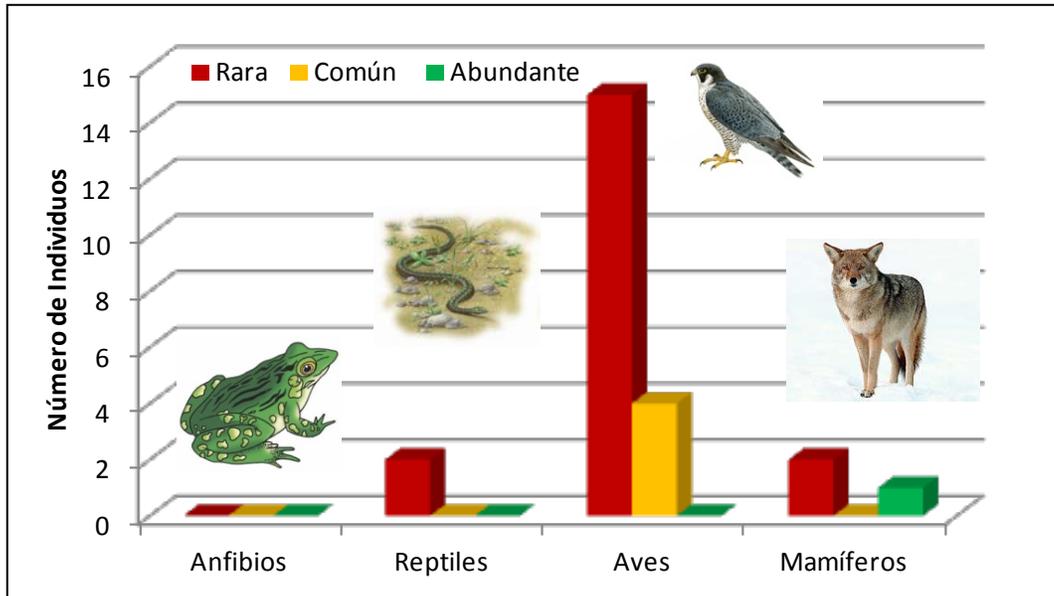


Figura 4.28. Abundancia relativa por grupo faunístico registrado en en áreas cercanas al sitio del Proyecto y su área de influencia. En el sitio del Proyecto no se registró presencia de fauna silvestre.

IV.3.2.2.8 Permanencia o estacionalidad

El estatus de permanencia o estacionalidad se define, como el tiempo que permanece la especie en el área, o la temporada en la que se le puede observar con mayor probabilidad. Sin embargo, esto no es limitativo, ya que algunas especies modifican esta situación por condiciones tales como el clima, o se presentan como casos fortuitos en el área o fuera de la temporalidad. En términos generales, en un ecosistema existen condiciones específicas que permiten el establecimiento, desarrollo y distribución de determinadas especies de flora y fauna (Garza-Herrero *et al.*, 2004).

Al respecto, para el grupo de los anfibios, su sobrevivencia depende de los cuerpos de agua permanentes y de la temporada de lluvias, así como de la calidad de los cuerpos de agua, ya que este grupo se caracteriza por ser buenos indicadores. En cuanto a la presencia de los reptiles, estos suelen ser residentes, debido a patrones de conducta de tipo territorial, estivación o hibernación, cuando las condiciones climáticas son desfavorables (calor o frío extremo).

En general, la actividad diaria y anual de anfibios y reptiles están determinadas por la temperatura, fotoperiodo, precipitación (Ramírez-Bautista, 1995; Ramírez-Bautista y Vitt, 1998) y por la disponibilidad de alimento, depredación y competencia intra e interespecífica (Lister y García, 1992). La disminución de la actividad de algunos anfibios y reptiles es consecuencia de la baja disponibilidad (relativamente) de alimento y/o a la presencia de parches abiertos en la vegetación (fragmentación), lo que las hace más vulnerables a la depredación (Ej. *Anaxyrus cognatus*, *A. punctatus*, *Sceloporus jarrovi*, *Pituophis catenifer*), aunque en algunas ocasiones, ciertas especies se ven favorecidas por la fragmentación de la vegetación, especialmente las lagartijas (Ej. *Sceloporus clarkii*, *Urosaurus ornatus*, *Aspidoscelis sonorae*).

Respecto al grupo de las aves, se tiene que la mayoría de ellas, su estatus de permanencia es de tipo residente (viven, se alimentan y se reproducen en la misma región), con un número menor de especies visitantes de invierno y/o verano (cuando las condiciones ambientales son desfavorables, ciertas especies se desplazan a otra región con condiciones favorables para alimentación y reproducción), o transitorias (cuando las aves visitan cierto lugar solo de manera temporal, para alimentarse y descansar).

El grupo de los mamíferos, al igual que los reptiles, son residentes, ya que tienen un lugar permanente de alimentación, guarida y reproducción. La única diferencia es la capacidad de desplazamiento, ya que inclusive algunas especies de tamaño mediano y grande se suelen desplazar varios kilómetros en busca de alimento y refugio en cualquier época del año, especialmente durante la noche.

Cabe mencionar que se realizaron una serie de registros mediante muestreos indirectos, particularmente por medio de entrevistas de los lugareños.

En el del **Anexo 4.6**, se presenta la estacionalidad para cada una de las especies registradas en el S.A.

IV.3.2.2.9 Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 registrados en el sitio del Proyecto

Del total de especies registradas en campo, el sitio del Proyecto y su área de influencia, ninguna se encuentra en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

IV.3.2.2.10 Especies incluidas en CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres)

No hay especies incluidas en algún apéndice del CITES registrado en el sitio del Proyecto (CITES, 2011).

IV.3.2.2.11 Especies con valor utilitario o de aprovechamiento

El uso y aprovechamiento, así como el valor utilitario de los anfibios en México es muy poco y se da principalmente en aquellas especies de tamaño grande, como algunos sapos (ej. *Rhyniella marina*). De las especies registradas en el área de influencia y SA, solo se conoce el aprovechamiento de los sapos para la realización de artesanías y adopción como mascotas.

Para el grupo de los reptiles, el aprovechamiento se da principalmente para las culebras y las víboras de cascabel por su carne y piel, ya que se tiene la creencia que el consumo de carne, sana enfermedades malignas, tal como el cáncer o en algunos casos contienen sustancias afrodisiacas. En algunos otros lugares se cree que su consumo proporciona fortaleza sexual, lo cual es erróneo hasta la fecha, ya que científicamente no se le atribuye ningún tipo de atributo a la carne de cascabel, salvo como alimento.

En cuanto al grupo de las aves, éstas presentan un mayor número de especies con valor utilitario y aprovechamiento especialmente de mascotas, ya que se suelen llevar a las grandes ciudades en donde se venden a la población como mascotas. En menor número se presenta un aprovechamiento como alimento.

El aprovechamiento de los mamíferos se da en mayor medida como del tipo deportivo, por medio de la caza, carne y obtención de su piel, ya que en algunos sitios se cotizan muy bien la preparación de su piel.

En el **Cuadro 4.18**, se presenta el listado de aquellas especies registradas con posible uso potencial y valor que se le da a la fauna propia del lugar, de las especies registradas en el área de influencia y SA.

Cuadro 4.18. Especies faunísticas registradas en el área de influencia y SA con uso potencial (marcado con una X).

Nombre Científico	Nombre Común	Caza			
		Deportiva	Comercial	Subsistencia	Científica
Reptiles					
Sceloporus clarkii	Lagartija escamosa de Clark		X		
Sceloporus jarrovi	Lagartija de collar		X		
Aspidoscelis sonorae	Gecko de Sonora		X		
Crotalus tigris	Víbora de cascabel tigre		X	X	X
Aves					
Zenaida asiática	Paloma aliblanca	X	X	X	
Zenaida macroura	Paloma huilota	X	X	X	
Corvus corax	Cuervo grande		X		
Turdus rufopalliatu	Zorzal dorsirrufo		X		
Toxostoma curvirostre	Cuitlacoche piquicurvo		X		
Passerina versicolor	Colorín morado		X		
Quiscalus mexicanus	Zanate mexicano		X		
Carpodacus mexicanus	Fringílido mexicano		X		
Aimophila ruficeps	Zacatonero corona rufa		X		
Amphispiza bilineata	Gorrión gorjinegro		X		
Pheucticus melanocephalus	Picogruoso tigrillo		X		
Sturnella magna	Pradero occidental		X		
Passer domesticus	Gorrión doméstico		X		
Mamíferos					
Didelphis virginiana	Tlacuache norteoño	X	X	X	X
Canis latrans	Coyote	X	X		X
Lynx rufus	Gato montés	X	X		

Cuadro 4.18. Especies faunísticas registradas en el área de influencia y SA con uso potencial (marcado con una X).

Nombre Científico	Nombre Común	Caza			
		Deportiva	Comercial	Subsistencia	Científica
Odocoileus virginianus	Venado cola blanca	X	X	X	
Lepus alleni	Liebre antilope	X	X	X	
Sylvilagus audubonii	Conejo cola de algodón	X	X	X	
Pecari tajacu	cochi jabalí	X	X	X	
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	X		X	
Spermophilus variegatus	Ardillón de roca	X		X	

IV.3.3 Paisaje

Un paisaje se puede definir como una porción de espacio geográfico, homogéneo en cuanto a su fisonomía y composición, con un patrón de estabilidad temporal, resultante de la interacción compleja de clima, rocas, agua, suelos, flora, fauna y el ser humano, que es reconocible y diferenciable de otras porciones vecinas, de acuerdo con el análisis espacio-temporal específico (Etter, 1990).

En la mayoría de los casos, los paisajes originales han sido alterados en diversos grados por la acción humana, los cuales están compuestos por un mosaico de fragmentos de vegetación natural, agroecosistemas y etapas sucesionales de la vegetación. En este contexto, el término paisaje hace referencia a espacios territoriales amplios, conformados por coberturas vegetales naturales y transformadas (Halffter *et al.*, 2001).

El concepto de paisaje puede englobar diversos significados que se transforman o cambian según las necesidades del que lo ve, cuando lo ve y cómo lo ve, de manera que, sencillamente, de él se pueden interpretar, entre otros, los siguientes tipos: [i] espaciales; [ii] naturales; [iii] ecosistemas; así como objetos estéticos, ideológicos y cultural-histórico, además de lugares (López y Cervantes, 2002).

Para evaluar el paisaje existen tres métodos: [i] los métodos directos; [ii] los métodos indirectos; y [iii] los métodos mixtos, los cuales se describen a continuación:

Métodos directos: son aquellos que elaborados por un profesional de probada experiencia, el cual con sólo ver el paisaje realiza una evaluación de éste. Este método analiza exclusivamente la calidad visual del territorio.

Métodos indirectos: En este método el paisaje se analiza a través de sus componentes (abiótico, biótico y social), para lo cual es importante definir la escala de trabajo.

Métodos mixtos: Este es el método más subjetivo y usado, ya que combina los métodos directos e indirectos. Esta metodología valora los recursos visuales, la ordenación del territorio, la calidad visual y la fragilidad (SERNATUR, 2006).

Para evaluar el paisaje en el sitio del Proyecto se utilizó un método mixto, evaluando la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad del paisaje (**Anexo 4.8**).

IV.3.3.1 Análisis de visibilidad.

La visibilidad o análisis de visualización consiste en realizar un análisis espacial del lugar, tomando en cuenta sus formas, vistas, etc. En otras palabras se analizan cuencas visuales (SERNATUR, 2006). La cuenca visual de un punto, se define como la zona que es visible desde ese punto. Es decir, corresponde a la superficie observada desde distintos puntos de observación, determinados en terrenos y que, en conjunto, permiten definir un área espacialmente autocontenida (SERNATUR, 2006). La accesibilidad visual a una porción del territorio tiene directa relación con los elementos físicos (relieve) y bióticos (vegetación) presentes en el paisaje y cómo éstos se transforman en barreras visuales para los usuarios del recurso. A esto, se deben sumar las posibilidades de accesibilidad física (distancia) que tengan los observadores a las distintas porciones del territorio.

IV.3.3.1.1 Cuenca visual.

La determinación de la cuenca visual resulta de gran importancia para la evaluación posterior de impactos visuales que puede provocar un proyecto. El estudio de la cuenca visual orientado a establecer valoraciones de fragilidad visual tiene en cuenta su tamaño, compacidad y forma. Un punto es más vulnerable cuanto más visible es, cuanto mayor es su cuenca visual. Las cuencas visuales con menor número de huecos, con menor complejidad morfológica, son más frágiles. Las cuencas visuales más orientadas y alargadas son más sensibles a los impactos, pues son visualmente más vulnerables que las cuencas redondeadas, debido a la mayor direccionalidad del flujo visual (Gayoso y Acuña, 1999).

La cuenca visual en el terreno en el cual se encuentra el sitio del Proyecto, es *cuasi* ilimitada, ya que no se encuentra cercano al Proyecto, montañas o lomeríos, los cuales pudieran obstaculizar la vista del observador. La visión en el sitio del Proyecto, es muy amplia, especialmente hacia el Noreste que se puede describir como un gran valle. Las montañas más cercanas al sitio del Proyecto, a 10 y 25 km, son hacia el Oeste y Noroeste la Sierra Elenita, y en el Sur y Suroeste la Sierra el Manzanal y la Sierra de los Ajos respectivamente (**Figuras 4.29 y 4.30**).

La actividad minera se ha desarrollado en Cananea durante varias decenas de años, la población ha crecido y se ha desarrollado en paralelo con la empresa minera, por consiguiente su efecto visual se ha desvanecido con los años, siendo para la población la presencia de terreros y amplias superficies sin cubierta vegetal un paisaje característico de la localidad. Para el análisis se consideró la obra, sus características y principalmente su ubicación y altitud, ya que, como se mencionó, el aspecto visual de la población y la presencia de la obra tienen puntos en la evaluación imprescindibles.

El Proyecto es ampliamente visible desde los puntos más elevados dentro del Sistema Ambiental. En general la vegetación no actúa como obstáculo importante a la visibilidad **Figura 4.31**.



Figura 4.29. Cuenca visual, vista desde un punto de observación en el sitio del Proyecto, donde se encuentra la represa EL Cacahuate, Buenavista del Cobre.



Figura 4.30. Cuenca visual, vista desde un punto de observación en el sitio del Proyecto, al fondo se observa la subestación de los trenes de solventes, tanques de la planta ESDE II y taludes de lixiviación.

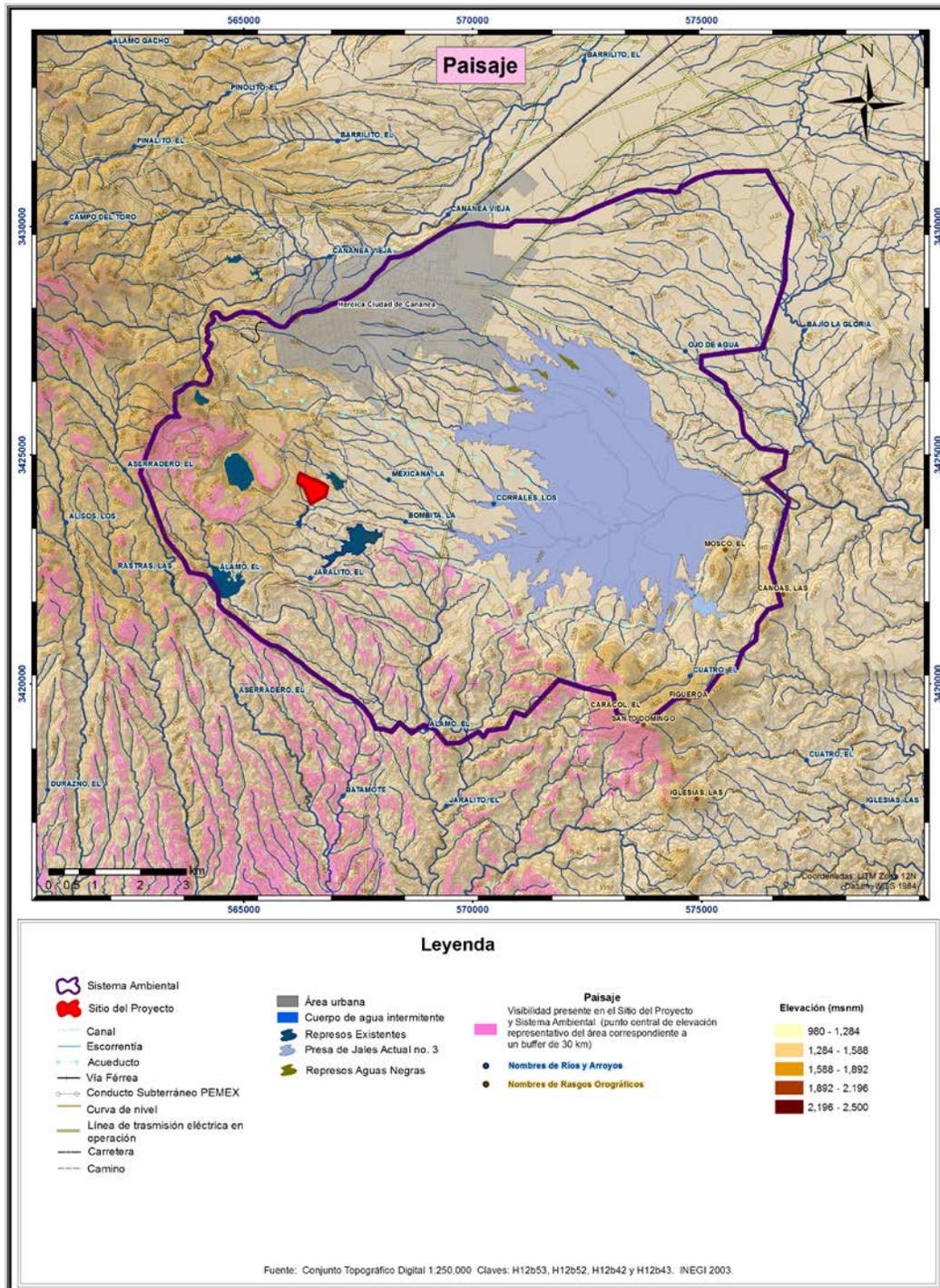


Figura 4.31. Paisaje y cuenca visual en el SA y sitio del Proyecto.

IV.3.3.1.2 Unidades y elementos de paisaje.

El Sistema Ambiental muestra diferentes elementos paisajísticos y estos varían desde elementos naturales y artificiales. De manera general la mayor parte del Sistema Ambiental se encuentra perturbado por actividades humanas, aunque aún se conservan varias zonas que muestran una alta naturalidad.

El uso de suelo dominante en la región es de vegetación de Bosque de pino-encino, de pastizal y de Matorral. Dentro del Sitio del Proyecto, presentan pequeños manchones de arbustos de la especie *Prosopis juliflora* (mezquite) (**Figura 4.32**). En general el Sitio del Proyecto se encuentra libre de vegetación y no actúa como una barrera visual de importancia en el Sistema Ambiental (**Figuras 4.33**). Sin embargo los elementos más destacados en el paisaje son la infraestructura de la empresa Buenavista del Cobre, que se encuentra en los alrededores de Cananea, el depósito de jales, máquinas en operación, terreros de lixiviación y el tajo en el Noroeste del SA. El bosque de encino-pino, parte del SA solo es visible en el fondo del paisaje cubriendo las montañas.



Figura 4.32. Pequeños manchones de arbustos de *Prosopis juliflora* (mezquite), dentro del Sitio del Proyecto.



Figura 4.33. Visibilidad del paisaje en zonas con menor abundancia de especies vegetales, sin obstrucción visual de las mismas. Al fondo se observa los taludes y terreros de lixiviación.

IV.3.3.1.3 Calidad paisajística.

La calidad paisajística se determina a través de la evaluación de la estética que posee cierto tipo de paisaje, la cual por cierto está condicionada por un alto grado de subjetividad. Se evalúan diferentes elementos paisajísticos como la morfología, la vegetación, presencia de agua, intervisibilidad y altitud. El análisis incluye la calidad visual intrínseca de un paisaje, calidad visual del entorno inmediato, situado a una distancia de 500 y 700 m y la calidad de las vistas escénicas (Gayoso y Acuña, 1999).

La evaluación de la calidad paisajística en el sitio del Proyecto, se realizó utilizando el modelo de Rojas y Kong (1998, en SERNATUR, 2006). Este método define calidad paisajística como un método indirecto de evaluación que separa y analiza de forma independiente a los factores que conforman el paisaje (biótico, abiótico, estético y humano). Estos factores se estiman en relación a su forma, color, línea, textura, escala,

conformación espacial, y grado de perturbación (SERNATUR, 2006). En el **Cuadro 4.19** se describen los criterios del modelo de Rojas y Kong (1998), los cuales se emplearon para valorar la calidad paisajística.

Cuadro 4.19. Criterios según el Modelo de Rojas y Kong (1998, en SERNATUR, 2006), para valorar la calidad paisajística, marcando en amarillo el criterio más adecuado para el sitio del Proyecto.

Elemento valorado	Calidad paisajística		
	Alta	Media	Baja
Morfología o topografía	Pendiente de más de 30%, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes, fuertes contrastes cromáticos. Afloramientos rocosos.	Pendientes entre 15 y 30%, estructura morfológica de modelado suave u ondulado.	Pendiente entre 0 y 15%, dominancia del plano horizontal visualizando ausencia de estructuras de contraste y jerarquía.
Fauna	Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación y alimentación.	Presencia de fauna nativa esporádica dentro de la unidad, sin relevancia visual, presencia de animales domésticos (ganado)	No hay presencia de fauna nativa. Sobre pastoreo o crianza masiva de animales domésticos.
Vegetación	Presencia de masas vegetales de alta dominancia. Alto porcentaje de especies nativas, diversidad de estratos y contrastes cromáticos.	Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona. Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual.	Vegetación con un cubrimiento de suelo menor de 50%. Presencia de áreas con erosión, sin vegetación. Dominancia de vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa.
Formas de agua	Presencia de cuerpos de agua, con significancia en la estructura global del paisaje.	Presencia de cuerpo de agua, pero sin jerarquía visual.	Ausencia de cuerpos de agua.
Acción humana	Libre de actividades humanas estéticamente no deseadas.	La calidad escénica está modificada por menor grado por obras, no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje.
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia e incrementa el área evaluada. Presencia de vistas y proyecciones visuales de alta significancia visual.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética del área evaluada.	El paisaje circundante no ejerce influencia visual al área evaluada.
Variabilidad cromática	Combinaciones de color intensas y variadas. Contrastes evidentes entre suelo, vegetación, roca y agua.	Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación de color o contraste, colores homogéneos o continuos.
Singularidad o rareza	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares.	Característico, pero similar a otros de la región.	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares.

Es por tanto importante mencionar que, la calidad del paisaje es subjetiva; condicionada por la época del año y la visión del observador, pero de acuerdo con los

criterios según el Modelo de Rojas y Kong (1998, en SERNATUR, 2006), se determinó que el sitio donde se llevará a cabo el Proyecto tiene una Calidad Paisajística media-baja. En el **Cuadro 4.20** se describen cada elemento en detalle con fotografías de SA y sitio del Proyecto.

Analizando los elementos por separado, y de acuerdo a las condiciones que prevalecen en el sitio, las acciones que ejercen las actividades humanas son las que más influyen en la Calidad Paisajística. Especialmente la infraestructura de la empresa, que incluye las instalaciones de producción, depósito de jales y caminos, reduce la calidad de la cuenca visual hacia el Norte, Oeste y Sureste. Esto se puede observar de casi cualquier punto dentro del sitio del Proyecto.

La morfología o topografía del paisaje en donde se encuentra el SA es variada y típico por la región. En los alrededores del sitio del Proyecto domina una planicie con lomeríos suaves cubierta por pastizal natural y vegetación secundaria arbustiva. La Sierras la Elenita al Oeste, la Mariquita al Norte y el Valle Aluvial Intermontano representado por el Valle del Rio San Pedro el cual es un amplio y extenso valle con orientación Norte-Nordeste hacia Sur-Sudoeste forman el fondo escénico lo que incrementa la calidad estética del área evaluada.

La fauna nativa que se observa a simple vista es nula, esto debido al disturbio humano. Las instalaciones de la empresa y el tránsito de vehículos, reducen la calidad de hábitat natural para los animales silvestres. Los lugares para refugiarse se reducen especialmente al fondo de las valles de los arroyos y los bosques de encino en las montañas hacia el Noroeste del SA.

El sitio del Proyecto es caracterizado por un pastizal natural y vegetación secundaria arbustiva con elementos de un matorral desértico micrófilo, que muestra índices de sobrepastoreo. Incluyendo los elementos paisajísticos del SA, en el Norte y Noroeste se puede observar el ecosistema de un bosque de encino. Sin embargo estos bosques muestran partes abiertas y manchones de árboles aislados. Los fragmentos probablemente resultan de una sobreexplotación de la madera, por actividades

humanas. En la actualidad es la población local que usa este recurso natural como fuente de energía. Cabe mencionar que en las zonas donde se ubica el tajo y los asentamientos humanos disminuye la diversidad y la densidad vegetal hasta existir zonas sin vegetación aparente.

La variabilidad cromática que el paisaje puede ofrecer, depende mucho de la estación del año y el clima. En el momento de la observación, el paisaje presentó varios contrastes de colores, principalmente distintas tonalidades de verde y café, esto debido a la cubierta vegetal (pastizales, vegetación secundaria, bosque de encino) y la topografía del sitio. En la temporada de lluvias, gran parte de la vegetación tiene colores muy intensos de verde y contrastantes, mientras que en la temporada seca los colores son más homogéneos, especialmente donde domina la vegetación del pastizal.

La calidad del paisaje es subjetiva; condicionada por la época del año y la visión del observador. De acuerdo con los criterios según el Modelo de Rojas y Kong (1998, en SERNATUR, 2006), se determinó que el sitio donde se llevará a cabo el Proyecto tiene una Calidad Paisajística media-baja. En el **Cuadro 4.20** se describen cada elemento en detalle con fotografías del sistema ambiental.

Cuadro 4.20. Características visuales más destacadas, de los diferentes componentes paisajísticos de la cuenca visual.

Componente	Características visuales más destacadas	Especificaciones
<p data-bbox="293 1360 568 1392">Morfología y Topografía</p> 	<p data-bbox="667 1472 992 1581">La topografía y morfología se puede caracterizar como una planicie con pendientes entre 0 y 15 %.</p>	<p data-bbox="1024 1444 1370 1608">La cuenca visual es dominada por una planicie con bajíos y lomeríos suaves. Aunque hacia el fondo, el paisaje presenta una serie de montañas en donde las pendientes son entre 15 a 20%.</p>

Cuadro 4.20. Características visuales más destacadas, de los diferentes componentes paisajísticos de la cuenca visual.

Componente	Características visuales más destacadas	Especificaciones
<p style="text-align: center;">Fauna</p> 	<p>En la región se muestran esporádicamente fauna silvestre. Dentro del Sitio del Proyecto no hay presencia de fauna.</p>	<p>En los terrenos donde se ubicará el Proyecto, la vegetación se caracteriza por la dominancia de especies herbáceas, con espacios abiertos y claros que no favorecen la permanencia o residencia de especies de fauna, excepto para fauna menor y de tránsito. La mayoría de los animales silvestres tienen su hábitat en lugares donde la vegetación no es tan perturbada, esto es alejado del sitio del Proyecto.</p>
<p style="text-align: center;">Vegetación</p> 	<p>Por lo general en el SA existen dos tipos de vegetación, bosque de encino y pastizal natural con vegetación secundaria. Sin embargo en la cuenca visual, hay zonas de pastizal y sin vegetación lo que domina</p>	<p>Los dos tipos de ecosistemas, bosque y pastizal, presentes en el SA, muestran señales de una sobreexplotación por sobrecarga de ganado y aprovechamiento forestal. Se puede observar vegetación secundaria y suelo erosionado. En el Sur y Oeste del SA existen partes sin vegetación aparente eso debido a la actividad humana.</p>
<p style="text-align: center;">Formas de agua</p> 	<p>La cuenca visual no presenta arroyos naturales permanentes. Sin embargo, cerca del sitio del Proyecto se encuentra un arroyo llamado la Bombita que termina en el depósito de jales.</p>	<p>Los cuerpos de agua que se encuentran en el SA son principalmente repesos de las operaciones de lixiviación de Buenavista del Cobre.</p>
<p style="text-align: center;">Acción humana</p> 	<p>La cuenca visual muestra una gran cantidad de elementos paisajísticos de origen humano como es la zona urbana, instalaciones mineras, carreteras, caminos, líneas eléctricas, y basura etc.</p>	<p>Los elementos paisajísticos de origen antropogénico, influyen mucho la calidad paisajística.</p>

Cuadro 4.20. Características visuales más destacadas, de los diferentes componentes paisajísticos de la cuenca visual.

Componente	Características visuales más destacadas	Especificaciones
<p>Fondo escénico</p> 	<p>El fondo escénico es dominado por montañas en el Noroeste, Este y Sur de la cuenca visual, mientras hacia el Noreste la vista es muy amplia.</p>	<p>El paisaje circundante, especialmente las montañas lejanas aumentan la calidad de la cuenca visual.</p>
<p>Variabilidad cromática</p> 	<p>Existe una variedad de colores y contrastes principalmente colores grises y café, por el suelo desnudo y diferentes tonalidades de verde debido a las diferentes cubiertas vegetales y forma del relieve (distancia y sombra).</p>	<p>La variabilidad cromática depende mucho de la estacionalidad, hora de día y tiempo atmosférico. En la temporada de lluvias gran parte de la vegetación tiene colores muy intensos de verde y contrastantes, mientras en la temporada seca los colores son más homogéneos, especialmente donde domina la vegetación del pastizal.</p>
<p>Singularidad o rareza</p> 	<p>Por lo general el tipo de paisaje es típico por la región.</p>	<p>El paisaje es similar a los alrededores de la región dominada por una planicie con vegetación de un pastizal natural y especies secundarias arbustivas, que no sobrepasa la altura de 2 m. En su alrededor se observa una serie de montañas, (Sierra Madre Occidental), cubiertas de bosques de encino.</p>

IV.3.3.1.4 Fragilidad visual del paisaje.

La fragilidad es el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas acciones. Evaluar la fragilidad de un paisaje, es una forma de determinar la vulnerabilidad visual, la cual es lo contrario de la “capacidad de absorción visual”, esta última es la habilidad que tiene un paisaje de absorber visualmente modificaciones. Esto quiere decir que a mayor fragilidad o vulnerabilidad

visual, corresponde una menor capacidad de absorción visual, y viceversa (SERNATUR, 2006). Los principales factores que se toman en cuenta para evaluar la fragilidad del paisaje son los aspectos biofísicos, de visualización y aquellos de tipo histórico-cultural. A continuación se describen cada uno de estos factores:

- i. Factores biofísicos. Derivados de los elementos característicos de cada punto; entran aquí las pendientes, orientación y vegetación, consideradas en diversos aspectos (altura, densidad, variedad cromática, estacionalidad). La integración de estos factores dan lugar a un único valor que mide la fragilidad visual de un punto.
- ii. Factores de visualización: Derivados de la configuración del entorno de cada punto; entran aquí los parámetros de cuenca visual o de superficie vista desde cada punto, tanto en magnitud como en forma y complejidad. Todos estos parámetros se agregan a un único valor que mide la fragilidad visual del entorno del punto.
- iii. Factores históricos-culturales: Tienden a explicar el carácter y las formas de los paisajes, en función del proceso histórico que los ha producido y son determinantes de la compatibilidad de forma y función de futuras actuaciones con el medio (SERNATUR, 2006).

En el **Cuadro 4.21** se presenta el modelo de Rojas y Kong (1998, en SERNATUR, 2006), el cual contempla el análisis y clasificación de los paisajes o porciones de él, en función de una selección de los principales componentes del paisaje, divididos en cuatro factores: a) biofísicos, b) visualización, c) singularidad y d) accesibilidad.

Cuadro 4.21. Criterios según el Modelo de Rojas y Kong (1998, en SERNATUR, 2006), para valorar la calidad paisajística, marcando en amarillo el criterio más adecuado para el sitio del Proyecto.

Elemento valorado	Calidad paisajística		
	Alta	Media	Baja
Morfología o topografía	Pendiente de más de 30%, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes, fuertes contrastes	Pendientes entre 15 y 30%, estructura morfológica de modelado suave u ondulado.	Pendiente entre 0 y 15%, dominancia del plano horizontal visualizando ausencia de estructuras de

Cuadro 4.21. Criterios según el Modelo de Rojas y Kong (1998, en SERNATUR, 2006), para valorar la calidad paisajística, marcando en amarillo el criterio más adecuado para el sitio del Proyecto.

Elemento valorado	Calidad paisajística		
	Alta	Media	Baja
	cromáticos. Afloramientos rocosos.		contraste y jerarquía.
Fauna	Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación y alimentación.	Presencia de fauna nativa esporádica dentro de la unidad, sin relevancia visual, presencia de animales domésticos (ganado)	No hay presencia de fauna nativa. Sobre pastoreo o crianza masiva de animales domésticos.
Vegetación	Presencia de masas vegetales de alta dominancia. Alto porcentaje de especies nativas, diversidad de estratos y contrastes cromáticos.	Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona. Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual.	Vegetación con un cubrimiento de suelo menor de 50%. Presencia de áreas con erosión, sin vegetación. Dominancia de vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa.
Formas de agua	Presencia de cuerpos de agua, con significancia en la estructura global del paisaje.	Presencia de cuerpo de agua, pero sin jerarquía visual.	Ausencia de cuerpos de agua.
Acción humana	Libre de actividades humanas estéticamente no deseadas.	La calidad escénica está modificada por menor grado por obras, no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje.
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia e incrementa el área evaluada. Presencia de vistas y proyecciones visuales de alta significancia visual.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética del área evaluada.	El paisaje circundante no ejerce influencia visual al área evaluada.
Variabilidad cromática	Combinaciones de color intensas y variadas. Contrastes evidentes entre suelo, vegetación, roca y agua.	Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación de color o contraste, colores homogéneos o continuos.
Singularidad o rareza	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares.	Característico, pero similar a otros de la región.	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares.

La fragilidad del paisaje en donde se encuentra el sitio del Proyecto, es media-alta lo que implica que se trata de un paisaje con características de moderada a baja capacidad de absorción visual considerando que, la cuenca visual es amplia sin dominio de los primeros planos de visión, con pendientes de menos del 1.3% y una cubierta vegetal sin superar los 10 m de altura. Además que es posible ver zonas distantes y las vistas panorámicas son abiertas con una unidireccionalidad en el flujo visual. Así mismo

que la singularidad el paisaje es media presentando importancia visual pero habitual con una accesibilidad visual sin mayores restricciones.

En conclusión, analizando los factores y características de la cuenca visual, calidad paisajística y fragilidad, se puede determinar que los alrededores del sitio del Proyecto no presentan características importantes que le den un alto valor al paisaje por lo que este elemento no será afectado. Las condiciones actuales que el sitio presenta ya se encuentran con perturbación humana, tales como la actividad minera y desarrollo de infraestructura local.

IV.3.4 Medio socioeconómico

El estado de Sonora se encuentra ubicado en la región Noroeste de la República Mexicana, se sitúa entre los 32°29' y los 26°14' de latitud Norte y entre los 108°26' y los 105°02' de longitud Oeste del meridiano de Greenwich. Limita al Norte con los Estados Unidos de América, al Sur con el Estado de Sinaloa, al Este con Chihuahua y al Oeste con el Golfo de California y el estado de Baja California.

El polígono del sitio del Proyecto se ubica políticamente dentro del municipio de Cananea, el cual se encuentra al Norte del estado de Sonora, su cabecera municipal es la población de Cananea y se localiza en el paralelo 30°58' de latitud Norte y a los 110°17' de longitud al Oeste del meridiano de Greenwich; a una altura de 1,654 msnm. Colinda al Norte con los Estado Unidos de Norteamérica y con los municipios siguientes: al Noroeste con Naco, al Sur con Arizpe, al Suroeste con Bacoachi, y al Oeste con Ímuris y Santa Cruz. En el **Cuadro 4.22** y en la **Figura 4.34**, se muestra la localización geográfica de las localidades que se encuentran dentro del SA.

Cuadro 4.22. Localización geográfica en Coordenadas Métricas (UTM zona 12) de las localidades presentes en el Sistema Ambiental.

Localidad	Longitud (X)	Latitud (Y)	Altitud msnm
Municipio de Cananea			
El Cuatro	571365.996400	3421313.657	1,519
El Jaralito	569096.673800	3419266.765	1,420
Heroica Ciudad de Cananea	566786.569300	3427810.768	1,620
La Colorada [Taller]	570735.416700	3428328.914	1,520
La Matanza	568256.276800	3426126.819	1,531
La Mexicana	569600.829000	3423364.701	1,507

Fuente: INEGI. Margo Geoestadístico Nacional 2010; Censo de Población y Vivienda, 2010; Principales resultados por Localidad (ITER), (2010).

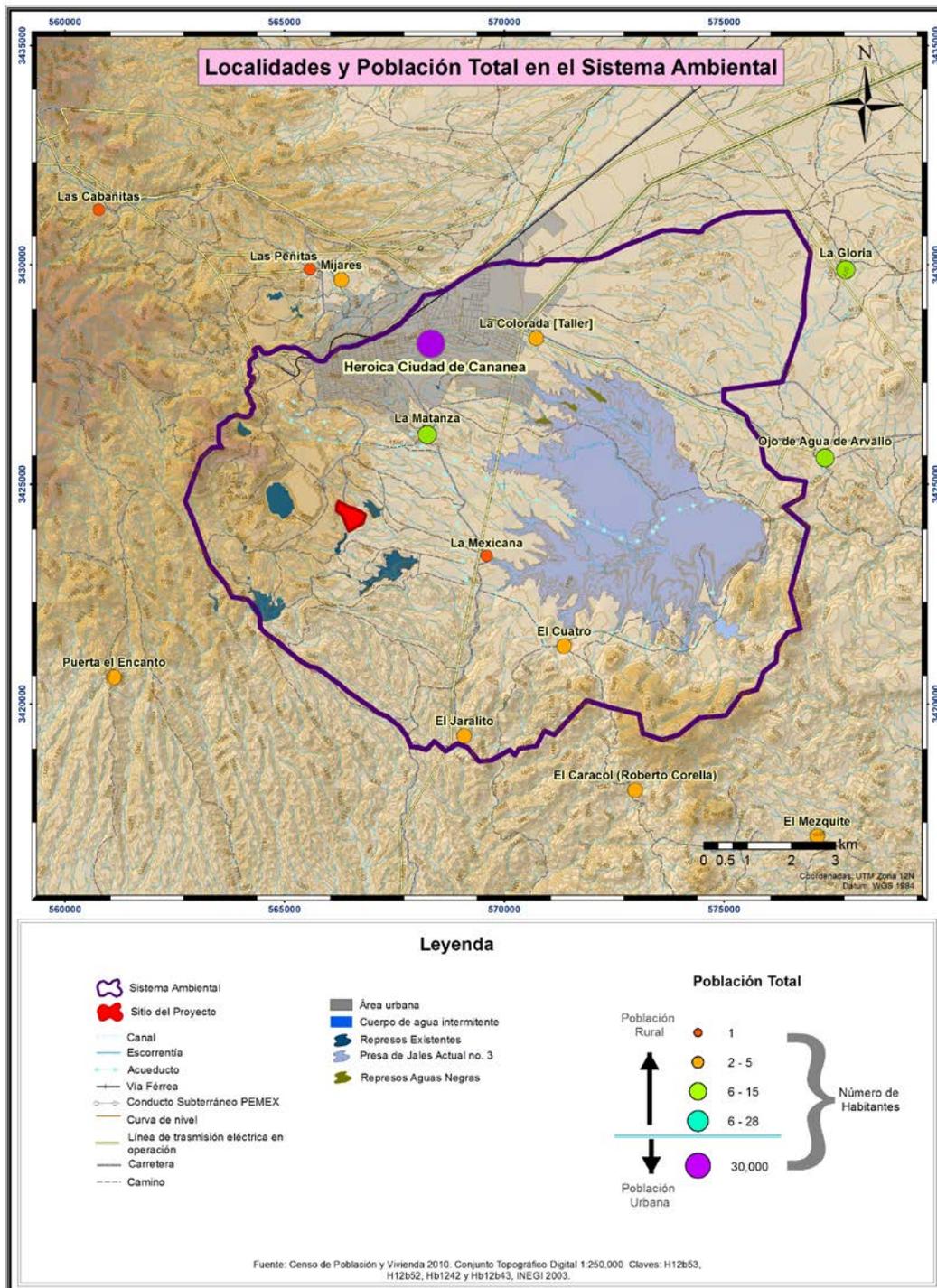


Figura 4.34. Ubicación geográfica de las localidades presentes en el Sistema Ambiental en donde se encuentra incluido el sitio del Proyecto.

IV.3.4.1 Demografía

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010 por el INEGI, el municipio de Cananea cuenta con una población total de 32,936 habitantes, de los cuales 16,415 son hombres y 16,521 son mujeres, con una densidad de población de 14 habitantes por kilómetro cuadrado. El índice de marginación para el municipio es de -1.8847, catalogándose como muy bajo, según lo indica la CONAPO en su Índice de Marginación por Municipio 2010 (Figura 4.35), ocupando el lugar número 2,434 dentro del contexto nacional por municipio. La población total de 5 años y más que habla una lengua indígena en el municipio asciende a 87 personas, las lenguas indígenas presentes en el estado de Sonora son: Mayo, Yaqui, Náhuatl y Trini. Sin embargo, no se cuenta con el dato específico de la lengua indígena que se habla en el municipio de Cananea.

En la Figura 4.36 se presentan los porcentajes de la población por sexo, con respecto a la población total del municipio de Cananea. En el gráfico se puede observar que el porcentaje de mujeres es superior por muy poco, en cuanto al porcentaje de hombres presentes en el municipio. Esto probablemente debido a la migración hacia los Estados Unidos de América.

Con relación al Marco Geoestadístico y Censo de Población y Vivienda del (INEGI, 2010), dentro del Sistema Ambiental se encuentran registradas 6 localidades, de las cuales 5 son catalogadas como rurales, debido a que su población total es menor a 2,500 habitantes. En este sentido y tomando en cuenta las características generales de estas 7 localidades rurales, no cuentan con información disponible por parte de INEGI y CONAPO, su población se encuentra en un rango de 1 a 15 habitantes, son representadas como localidades de 1 a 2 viviendas y tienen una cercanía directa a no más de 6 km hacia la ciudad Heroica Ciudad de Cananea (**Figura 4.36**). Con base en lo anterior dentro del presente apartado se describirá la representatividad social que se encuentra en la localidad Urbana Heroica Ciudad de Cananea la cual se detalla en los apartados siguientes.

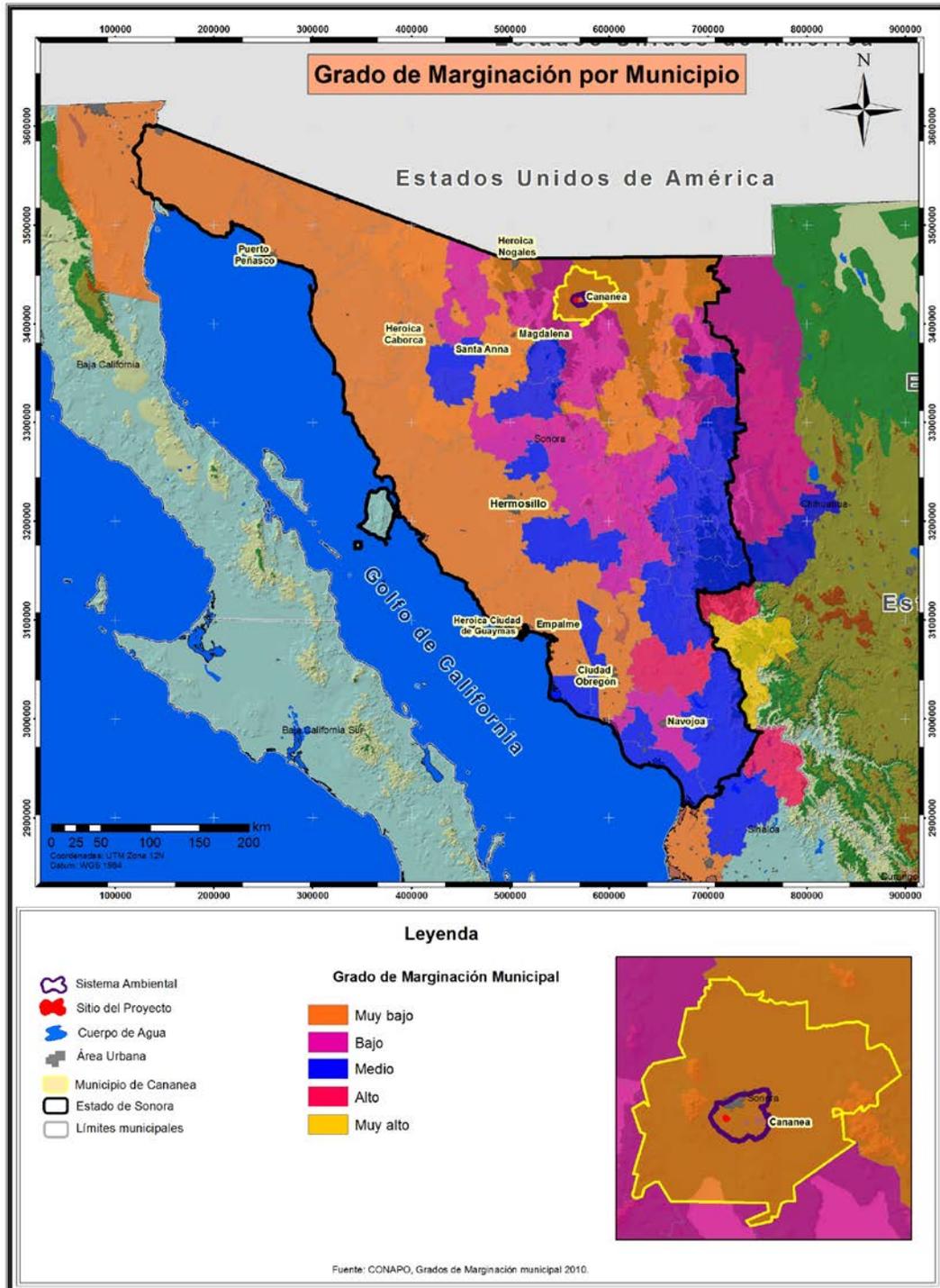


Figura 4.35. Mapa de grado de Marginación por municipio en el Estado de Sonora.

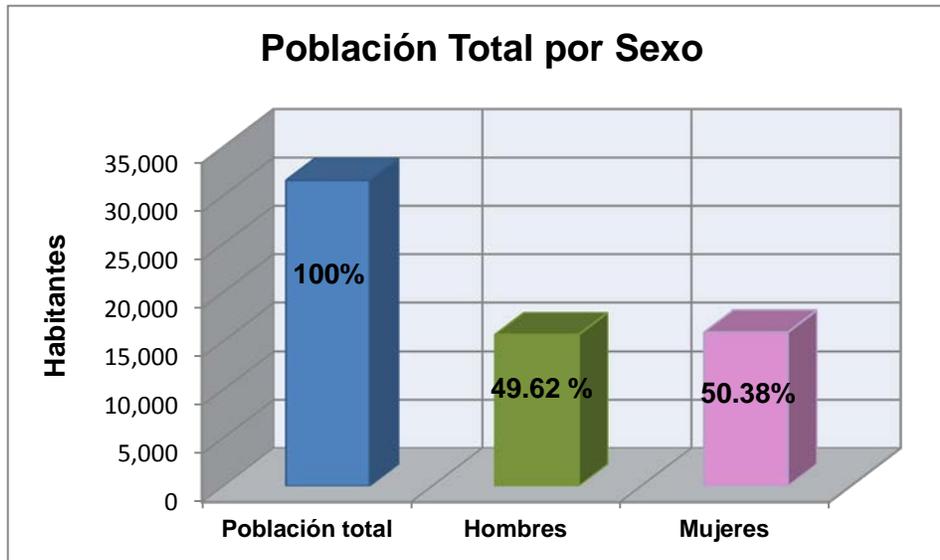


Figura 4.36. Proporción de la población por sexo, con respecto a la población total del municipio de Cananea.

En el Cuadro 4.23, se presenta información relacionada con la población, por sexo y edad, para la Ciudad Heroica de Cananea, que se encuentran dentro del SA; mientras que en el Cuadro 4.24, se presenta la población total por grupo de edad.

Cuadro 4.23. Población total por sexo, para las localidades que se encuentran dentro del Sistema Ambiental.

Localidad	2005			2010		
	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total
Municipio de Cananea						
Heroica Ciudad de Cananea	15,439	15,628	31,067	15,663	15,897	31,560

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Cuadro 4.24. Población total por grupos de edad, por localidad cercana al sitio del Proyecto.

Localidad	De 5 y más años	De 15 y más años	De 18 y más años	De 60 y mas Años
Municipio de Cananea				
Heroica Ciudad de Cananea	28,393	22,316	20,484	3,296

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010.

IV.3.4.2 Economía y empleo

En el Cuadro 4.25 se describe la población económicamente activa e inactiva dentro de la Ciudad Heroica de Cananea, respecto a la población total en el municipio; mientras que en la Figura 4.37 se representa a la población económicamente activa (PEA) e inactiva (PEI) con respecto a la población total, en donde se aprecia que existe un mayor número de población económicamente inactiva, esto a consecuencia de la falta de empleos locales permanentes.

Cuadro 4.25. Población económicamente activa por localidad para el municipio de Cananea, ubicada dentro del Sistema Ambiental.

LOCALIDAD	PEA	PEI	Población total de la localidad
Municipio de Cananea			
Heroica Ciudad de Cananea	11,277	12,874	31,560

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

La población ocupada representa el 32.26%, mientras que 3.47% corresponde a la población desocupada, esto en relación a la población total dentro del municipio, durante la última década se tiene registro con base en el Censo de Población y Vivienda del 2000, que la población ocupada en el municipio de Cananea se desarrolla con un 51.45% en el sector terciario, correspondiente a servicios, el 44.02% dentro del sector secundario (industria) y el 2.42% al sector primario (actividades primarias) (Figura 4.38).

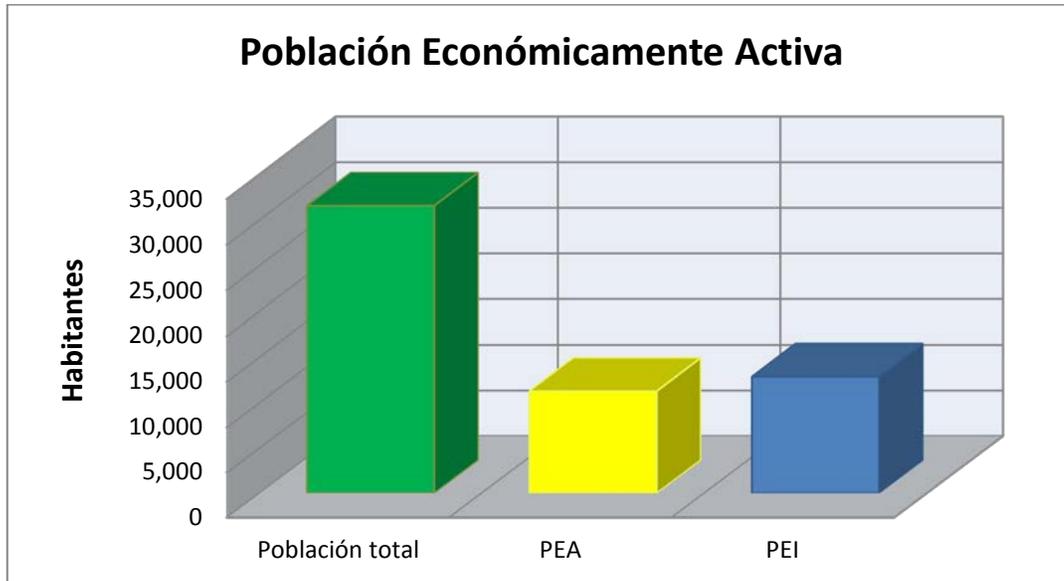


Figura 4.37. Proporción de la población económicamente activa (PEA) e inactiva (PEI), con respecto a la población total, del municipio de Cananea.

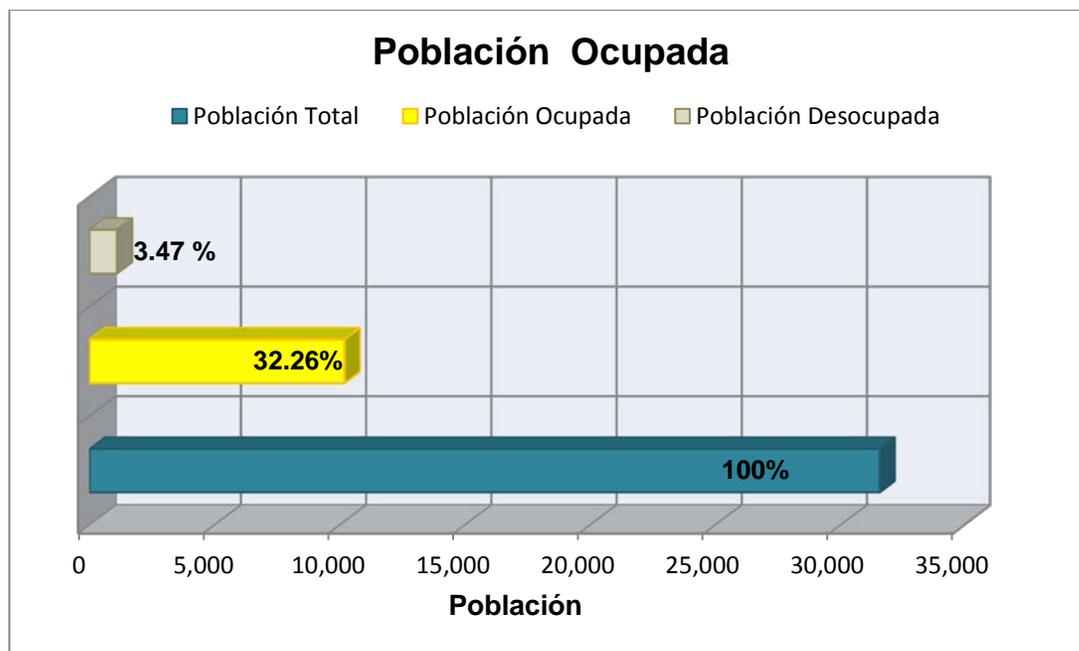


Figura 4.38. Proporción de población ocupada presente en el Sistema Ambiental, con respecto a la población total, del municipio de Cananea.

IV.3.4.3 Marginación

En el Cuadro 4.26, se presentan los indicadores socioeconómicos que determinan el índice y el grado de marginación en el sitio del Proyecto, así como en el SA. INEGI determina el índice y grado de marginación con base en la población total con respecto al analfabetismo, así como los servicios en las viviendas.

Por otro lado, el Consejo Nacional de Población indica que el índice y el grado de marginación es una medida que permite diferenciar entidades federativas, municipios y localidades según el impacto global de las carencias que padece la población, como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas, la percepción de ingresos monetarios insuficientes. Para el sitio del Proyecto se observa que el grado de marginación en el caso del municipio de Cananea es muy bajo (ver **Figura 4.37**)

Cuadro 4.26. Indicadores socioeconómicos, índice y grado de la ciudad de Cananea.

Indicadores socioeconómicos, índice y grado de marginación	
Localidad	Heroica Ciudad de Cananea
Población total	31,560
Viviendas particulares habilitadas	8,587
% Población de 15 años o más analfabeta	1.23
% Población de 15 años o más sin primaria completa	8.42
% Viviendas particulares habitadas sin excusado	1.06
% Viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica	0.85
% Viviendas particulares habitadas sin disponibilidad de agua entubada	0.95
Promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas	0.77
% Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	1.09
% Viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador	3.18
Índice de marginación	-1.5391
Índice de marginación escala 0 a 100	Muy bajo
Lugar que ocupa en el contexto nacional	2.4335
Lugar que ocupa en el contexto estatal	106 ,31

Fuente: Sonora: Población total, indicadores socioeconómicos, índice y grado de marginación por localidad, CONAPO 2010.

IV.3.4.4 Servicios

IV.3.4.4.1 Salud

La atención médica en el municipio de Cananea por los Servicio de Salud, es prestada a la población de dichas localidades por la Secretaría de Salud y el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) y el Seguro Popular, para prestar el servicio a la población derechohabiente.

En la Figura 4.39, se presentan los porcentajes de población derechohabiente por institución de salud pública, respecto al total de la población dentro del municipio, donde se encuentra el SA. En este gráfico se observa que del total de la población derechohabiente, el IMSS destaca en primer lugar con 9,624 derechohabientes, seguido del seguro popular (7,434 personas) y por último tenemos a derechohabientes del ISSSTE con 1,850 registrados. Cabe señalar que existe un gran número de población que no se encuentra registrada como derechohabiente de algún servicio de salud (6,232 personas).

Por otro lado, en el Cuadro 4.27, se reporta la población derechohabiente con respecto a la población total por municipio y por localidades dentro del SA y sitio del Proyecto.

Cuadro 4.27. Población usuaria de los servicios médicos de las instituciones públicas del sector salud por régimen e institución, según localidad de atención al usuario.

Localidad	Población derechohabiente			Población total en la localidad
	IMSS	ISSSTE	Seguro popular	
Municipio de Cananea				
Heroica Ciudad de Cananea	9,624	1,850	7,434	31,560

Fuente: INEGI. Datos por Localidad (Integración Territorial), Censo de Población y Vivienda 2010

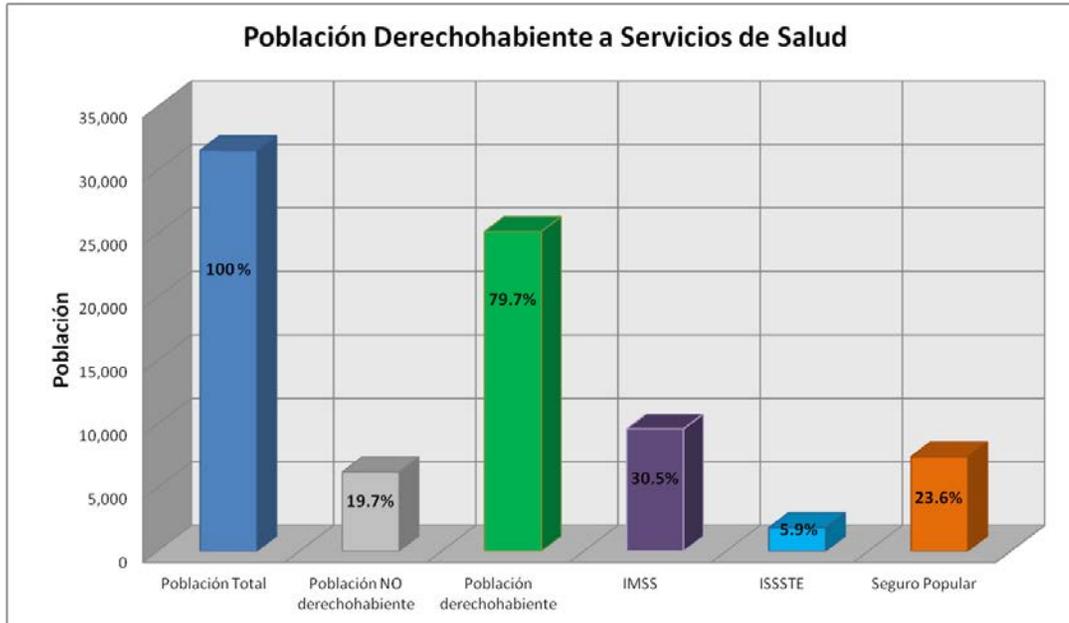


Figura 4.39. Proporción de la población derechohabiente por Institución Pública de Salud, respecto al total de la población en el municipio de Cananea.

IV.3.4.4.2 Educación

El municipio de Cananea cuenta con una escolaridad promedio en el año 2010 (años de estudio) de 9.7. En el Cuadro 4.28, se presenta la condición de alfabetismo para el municipio de Cananea, así como por localidades que se encuentran dentro del SA.

Cuadro 4.28. Población de 15 años y más por condición de alfabetismo por localidad dentro del Sistema Ambiental.

Localidad	Población de 15 años y mas analfabeta	Población de 15 años y mas sin escolaridad	Grado promedio de escolaridad
Municipio de Cananea			
Heroica Ciudad de Cananea	274	321	9.78

Fuente: INEGI. Censo General de Población y Vivienda 2010.

IV.3.4.4.3 Factores socioculturales

Según el Censo de Población y Vivienda del 2010 realizado por INEGI, el municipio de Cananea cuenta con una población de 28,397 habitantes de religión católica, mientras que 3,263 habitantes son Protestantes, Evangelistas y Bíblicas diferentes de evangélicas y se tiene un registro de 895 habitantes sin religión. Sobre sus tradiciones se cuenta con fiestas populares, las cuales se presentan del 1° al 15 de junio y se lleva a cabo anualmente la Feria del Cobre, la cual se le llama así por que entre las artesanías que se realizan dentro del municipio se encuentra la elaboración de diversos objetos de cobre: ceniceros, pisapapeles, escudos, etc. Los alimentos típicos son la machaca, el menudo, caldo de queso y el cocido; así como el dulce de membrillo y el cubierto de calabaza. La bebida de tradición es el Bacanora.

IV.3.5 Diagnóstico ambiental

Con base en todo lo antes expuesto en este capítulo se analizan enseguida los principales componentes físicos, bióticos y socioeconómicos del sitio del Proyecto y SA, haciendo énfasis en el grado de conservación mediante un análisis de valoración de los diferentes componentes y sus capacidades de asimilar probables impactos ambientales (homeostasis y resiliencia). En general, se puede mencionar que existen diversos agentes de presión sobre el SA, tales como la presencia de actividad humana, que lleva consigo acciones como el establecimiento de infraestructura, mayormente minera, apertura y ampliación de caminos, entre otros.

IV.3.5.1 Integración e interpretación del inventario ambiental

Para describir el diagnóstico ambiental, es necesario realizar una breve descripción de los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos que se presentan en el SA y en el sitio del Proyecto.

IV.3.5.1.1 Descripción del Sistema Ambiental.

Los factores climáticos tienen un papel fundamental para una región en particular. En el SA, se determinó solo un tipo de clima **BS₁k(x')**, que es clasificado

como semiárido templado (una transición entre los climas áridos y húmedos), con una temperatura media anual entre 12°C y 18°C. El promedio de la precipitación es entre 510.7 y 604.8 mm y los meses con menor precipitación son abril y mayo. En zonas donde la cobertura vegetal es dominada por bosques, el clima se caracteriza como templado con mayor precipitación, mientras en los sitios de pastizal domina el clima árido. Los vientos dominantes presentan direcciones preferenciales de Suroeste-Sureste (hacia Norte) en la estación Buenavista en la mayoría del año y del Noroeste hacia Sur para la estación Observatorio. En la estación Buenavista cambia la dirección dominante en los meses de julio y agosto a Norte (hacia Sur). Las velocidades más altas se presentan en esta estación en la primavera (4.5 m/s en mayo), bajando en el verano y otoño (2.61 m/s en agosto y 2.97 m/s en septiembre). Para la estación Observatorio se reportan velocidades promedios mayores durante todo el año 2012-2013 (con un máximo en abril con 16.22 m/s y un mínimo en julio con 9.56 m/s).

En cuanto al relieve y la geomorfología, el SA y el sitio del Proyecto, se encuentran ubicados dentro de la Subprovincias “Sierras y Valles del Norte” y “Llanuras y Médanos del Norte”, siendo estas, parte de las Provincias “Sierra Madre Occidental” y “Sierras y Llanuras del Norte”, respectivamente. Las características más notables de estas Subprovincias son, para la primera mencionada, un gran sistema montañoso formado por material volcánico, que está formado por sierras separadas por amplios valles paralelos con orientación Norte-Sur, con altitudes de hasta 2,620 m s.n.m.; mientras que la segunda está caracterizada por extensos valles aluviales intercalados con algunas sierras con depósitos de rocas sedimentarias, y pequeños afloramientos de rocas ígneas intrusivas ácidas.

La geomorfología del SA está caracterizada por dos unidades geomorfológicas en las cuales la primera se denominada como Sierra Alta, está caracterizada por un conjunto de sierras, cuyas elevaciones varían de 1,500 a 2,500 m s.n.m. Estas sierras se encuentran escarpadas en algunas partes, dependiendo del tipo de roca; las pendientes varían de 15 a 20%. Las principales unidades geológicas en el SA están formados por rocas sedimentarias e ígneas.

El SA presenta escasas probabilidades de riesgo por sismo, ya que se ubica dentro de la zona asísmica, donde el riesgo de daños es de nulo a escaso. De igual manera, el sitio no tiende a inundarse debido a la baja pluviosidad de la zona.

En el SA se presentan cinco tipos de suelos: Phaeozem, Leptosol, Luvisol, Regosol y Planosol. En el Sitio del Proyecto y gran parte del SA se encuentran afectados por las operaciones de la mina y el suelo existe solamente esporádicamente en el SA.

El SA y el sitio del Proyecto, se ubican en la cuenca hidrológica, Río Sonora (Región Hidrológica 9 “Sonora Sur”). Existe una gran cantidad de arroyos intermitentes en el SA, iniciándose en su mayoría en las partes altas de las Sierras. Algunos de estos arroyos son La Matanza, La Mexicana, Los Corrales y La Bombita, los cuales desembocan en alguno de los repesos utilizados por la empresa Buenavista del Cobre para sus procesos de lixiviación de cobre o directamente sobre la actual presa de Jales, ubicada ésta al S-SE del Sitio del Proyecto. No existen cuerpos continentales en el SA, ni en el sitio del Proyecto.

El SA abarca partes de las subcuencas hidrológicas Bacanuchi y Río Sonora-Arizpe.

Los arroyos y ríos de la subcuenca Río Sonora-Arispe vierten sus caudales hacia el Sur-Sureste, uniéndose y formando parte del Río Sonora, cerca del poblado de Arizpe. Estos arroyos presentan características torrenciales debido a las pendientes en la topografía en que se encuentran.

El sitio de proyecto se encuentra en la microcuenca La Bombita (parte de la subcuenca hidrológica R. Sonora-Arizpe) cuyo arroyo principal nace a un costado de las instalaciones de la planta de extracción de solventes y deposición electrolítica (ESDE II) a una altitud de 1,680 m s.n.m., recorriendo aproximadamente 4 km para unirse con el arroyo La Mexicana en una elevación de 1,504 m s.n.m. hasta descargar en el sistema de almacenamiento de la Presa de Jales.

La vegetación del SA varía desde bosques de encino, pastizales naturales y pastizales inducidos, vegetación secundaria hasta grandes zonas sin vegetación aparente. La cobertura vegetal del SA es dominada por las áreas sin vegetación aparente (37.33%) y pastizal natural (34.12%). En el sitio del Proyecto no se encontraron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La variación climática y de vegetación favorece la presencia de múltiples hábitats para la fauna silvestre (en niveles macro y micro). A nivel SA, se tiene un registro bibliográfico de 76 familias, distribuidas en 176 géneros y 236 especies, las cuales se distribuyen de la siguiente manera: 14 especies de anfibios, 49 de reptiles, 130 de aves y 43 de mamíferos. Además se registraron 9 especies endémicas catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 para el SA. En el sitio del proyecto no se identificó fauna silvestre.

La morfología o topografía del paisaje en donde se encuentra el SA es variada y típica de la región. Se muestra una variación de montañas, lomeríos, valles y cañadas con pendientes entre 15 a 20 % en las zonas Sur, Norte y Oeste del SA. Al Noreste y Sureste, en donde se encuentra el sitio del Proyecto, dominan valles extensos y planicies con lomeríos suaves. El SA muestra un mosaico de diferentes elementos paisajísticos y varía de elementos naturales a artificiales (pastizales naturales, bosques, vegetación secundaria, zona urbana e infraestructura de la mina). El fondo escénico al Norte, Sur y Oeste está formado por montañas (la Sierra Elenita, El Manzanal y Los Ajos), mientras la visión hacia el Noreste es muy amplia. El paisaje tiene importancia visual pero no es único, en la escala regional del sitio del Proyecto existen paisajes parecidos. La Cuenca visual en la zona en donde se encuentra el sitio del Proyecto es irregular y *cuasi* ilimitada, debido a los factores biofísicos (relieve y tipo de vegetación). Analizando todos estos factores y componentes, el paisaje tiene una calidad media baja y fragilidad media.

Demográficamente, el sitio del Proyecto se encuentra dentro del municipio de Cananea, ubicado al Norte del estado de Sonora, el municipio cuenta con una población total de 32,936 habitantes, de los cuales 16,415 son hombres y 16,521 son mujeres. El

municipio de Cananea presenta un índice de marginación de -1.8847, catalogándose como muy bajo. La población ocupada representa el 32.3%, mientras que 3.5% corresponde a la población desocupada, esto en relación a la población total dentro del municipio.

En el **Cuadro 4.31** se muestran los diferentes componentes del SA por separado y se describen sus características más destacadas.

Cuadro 4.29. Caracterización de la situación actual de los diferentes componentes del Sistema Ambiental; descripción de las principales interacciones entre elementos, grado de conservación y capacidad de asimilación de probables impactos ambientales.

Componente del Sistema Ambiental	Características	Interacciones con otros elementos	Capacidad de asimilación de los impactos ambientales y grado de conservación
<p style="text-align: center;">Clima</p> 	<p>El clima en el Sistema Ambiental (SA) es semiárido templado (BS1k(x')), con precipitación de 510.7 a 604.8 mm; temperatura media anual de 12°C a 18°C; vientos de Sur-Suroeste (mayoría del año) y de Norte (julio y agosto), con velocidad promedio anual de 13-23 km/h.</p>	<p>El clima está determinado por varios factores, entre los que se encuentran la altitud sobre el nivel del mar, la latitud geográfica, las diversas condiciones atmosféricas y la distribución existente de tierra y agua. Los elementos del clima (precipitación, evaporación, temperatura, viento) tienen una gran influencia a los componentes del SA, como se presentan en el tipo de vegetación, en el desarrollo y humedad de suelo o en la manera de escurrimiento provocando una erosión (eólica o hídrica) más o menos significativa. Diferentes servicios ambientales pueden variar en función de los factores que determinan el clima. La regulación del clima de los ecosistemas corresponde a un servicio ambiental muy importante, ya que la mayor parte de los componentes de cualquier ecosistema son sensibles a las condiciones climáticas. Un cambio en la cobertura vegetal puede provocar alteraciones en el microclima; una remoción de la cobertura vegetal provoca cambios de los patrones energéticos (el flujo latente y sensible) y el albedo (Chapin et al., 2002). Estos cambios se pueden mostrar por un aumento de temperatura y reducción de precipitación.</p>	<p>El clima tipo B o seco es característico en el estado de Sonora, donde se encuentra el Sistema Ambiental. Este clima cubre la mayor superficie de México y domina en la región Centro y Norte del territorio nacional.</p> <p>Debido al tamaño del Proyecto, tipo de vegetación (pastizal natural con vegetación secundaria arbustiva) y grado de disturbio, no se esperan cambios en el macroclima, mesoclima ni en el microclima.</p>

Cuadro 4.29. Caracterización de la situación actual de los diferentes componentes del Sistema Ambiental; descripción de las principales interacciones entre elementos, grado de conservación y capacidad de asimilación de probables impactos ambientales.

Componente del Sistema Ambiental	Características	Interacciones con otros elementos	Capacidad de asimilación de los impactos ambientales y grado de conservación
<p>Relieve y geomorfología</p> 	<p>El SA se encuentra ubicado dentro de las Subprovincias “Sierras y Valles del Norte” y “Llanuras y Médanos del Norte”, siendo éstas, parte de las Provincias “Sierra Madre Occidental” y “Sierras y Llanuras del Norte”, respectivamente. Estas Subprovincias se caracterizan por un conjunto de sierras altas (1400 a 2500 msnm). Las principales unidades geológicas en el SA están formados por rocas de origen sedimentario ígneo. Las pendientes en el Noroeste tienen un promedio de 15 a 20 %; mientras en el Sureste, donde se ubica el sitio del Proyecto, el relieve está caracterizado por valles y lomeríos suaves rellenos de material sedimentario clástico, con pendientes menores al 5%.</p>	<p>Las unidades geológicas y el desarrollo tectónico del sitio determinan la imagen paisajística con las diferentes topoformas geomorfológicas y el relieve las cuales en combinación con los elementos climatológicos influyen en el nivel de erosión hídrica y eólica. En caso de precipitaciones máximas se pueden generar aumentos en la escorrentía de forma turbulenta y según el material geológico el volumen arrastrado. Para mitigar el efecto de erosión hídrica, la vegetación juega un rol importante. En zonas donde la densidad vegetal es mayor, la erosión del suelo por el agua es menor.</p>	<p>En el SA existen cañones y barrancas que son muy sensibles a la erosión hídrica, especialmente en zonas donde la cubierta vegetal no es muy densa y/o falta por completo. En el sitio del Proyecto el riesgo de erosión es muy bajo, debido a que sólo existen lomeríos y pendientes suaves.</p>

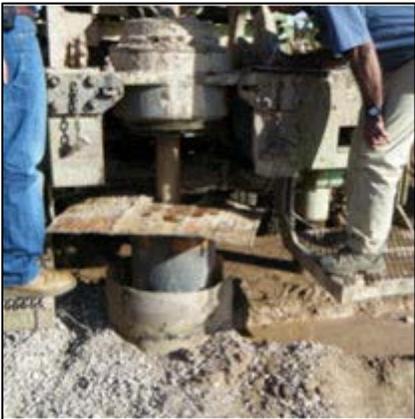
Cuadro 4.29. Caracterización de la situación actual de los diferentes componentes del Sistema Ambiental; descripción de las principales interacciones entre elementos, grado de conservación y capacidad de asimilación de probables impactos ambientales.

Componente del Sistema Ambiental	Características	Interacciones con otros elementos	Capacidad de asimilación de los impactos ambientales y grado de conservación
<p style="text-align: center;">Suelo</p> 	<p>En el SA se presentan cinco tipos de suelos: Phaeozem, Leptosol, Luvisol, Regosol y Planosol. . En el Sitio del Proyecto y gran parte del SA se encuentran afectados por las operaciones de la mina y el suelo existe solamente esporádicamente en el SA.</p>	<p>Las propiedades del suelo tienen una gran influencia en diferentes controles de procesos ecológicos. Este recurso juega un rol muy importante en los ciclos de carbono, nitrógeno y agua; y es importante para el crecimiento de vegetación. (Chapin <i>et al.</i>, 2002). Las acciones humanas influyen directamente en este recurso, pues el uso agropecuario, uso de fertilizantes, la irrigación y el cambio de uso de suelo, pueden provocar cambios en sus propiedades. Los procesos de erosión eólica (temporada de sequía) e hídrica (temporada de lluvias torrenciales), clima, topografía, vegetación y características particulares del tipo y uso del suelo, determinan su vulnerabilidad.</p>	<p>El suelo de la región está afectado por erosión hídrica y eólica, las cuales causan una pérdida del mismo. Sin embargo, la principal afectación es provocada por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) por el incremento de la actividad minera, la disminución de la cobertura forestal y la sobrecarga de animales en los pastizales naturales.</p> <p>El suelo es gran reserva de carbono en forma de materia orgánica. Por el proceso de CUSTF, aumenta la descomposición y de esta manera, ese carbono es liberado a la atmósfera donde contribuye al efecto invernadero.</p> <p>En las partes donde la erosión está muy avanzada, el proceso de sucesión es desde muy lento hasta ausente por falta de sustrato.</p>

Cuadro 4.29. Caracterización de la situación actual de los diferentes componentes del Sistema Ambiental; descripción de las principales interacciones entre elementos, grado de conservación y capacidad de asimilación de probables impactos ambientales.

Componente del Sistema Ambiental	Características	Interacciones con otros elementos	Capacidad de asimilación de los impactos ambientales y grado de conservación
<p style="text-align: center;">Hidrología superficial</p> 	<p>El SA se ubica dentro de la cuenca hidrológica Río Sonora la cual forma parte de la Región Hidrológica RH 9 “Sonora Sur”. El SA abarca partes de las subcuencas hidrológicas Bacanuchi y Río Sonora-Arizpe.</p> <p>Los arroyos y ríos de la subcuenca Río Sonora-Arispe vierten sus caudales hacia el Sur-Sureste, uniéndose y formando parte del Río Sonora, cerca del poblado de Arizpe. Estos arroyos presentan características torrenciales debido a las pendientes en la topografía en que se encuentran. Existe una gran cantidad de arroyos intermitentes en el SA iniciándose en su mayoría en las partes altas de la sierra. Algunos de estos arroyos son La Matanza, La Mexicana, Los Corrales y La Bombita los cuales desembocan en alguno de las cuatro represas o directamente sobre la presa de jales, Buenavista del Cobre. No existen cuerpos continentales en el SA, ni en el sitio del Proyecto</p>	<p>Las condiciones climatológicas y geológicas del sitio determinan los patrones de drenaje y los caudales de los escurrimientos. Cualquier modificación en las características geomorfológicas y del relieve que sea de forma natural o por acciones humanas influye en los patrones y caudales. Disturbios ocasionados por la actividad humana afectan la cantidad y/o calidad del escurrimiento, tales como procesos como el cambio de uso de suelo (infiltración y escurrimientos), construcción de viviendas (abastecimiento y aguas residuales), nivelación de terrenos y pavimentación (escurrimientos), entre otros.</p>	<p>El sitio de proyecto se encuentra en la microcuenca La Bombita (parte de la subcuenca hidrológica R. Sonora-Arizpe) lo cual arroyo principal nace a un costado de las instalaciones de la planta de extracción de solventes y deposición electrolítica (ESDE II) a una altitud de 1,680 msnm recorriendo aproximadamente 4 km para unirse con el arroyo La Mexicana en una elevación de 1,504 msnm hasta descargar en el sistema de almacenamiento de la Presa de Jales Número 3.</p>

Cuadro 4.29. Caracterización de la situación actual de los diferentes componentes del Sistema Ambiental; descripción de las principales interacciones entre elementos, grado de conservación y capacidad de asimilación de probables impactos ambientales.

Componente del Sistema Ambiental	Características	Interacciones con otros elementos	Capacidad de asimilación de los impactos ambientales y grado de conservación
<p>Hidrología subterránea</p> 	<p>El SA se ubica en un área que abarca la subcuenca hidrológica Bacanuchi donde a lo largo de la subcuenca se distingue el Río Bacanuchi el cual nace en las cercanías de Cananea, como producto de los escurrimientos flanco occidental de la Sierra del Manzanal y parte de la Sierra Elenita al Norte, manteniendo un caudal constante hasta su confluencia con el río Sonora. Esta subcuenca cuenta con un área de captación de aproximadamente 1,431 km². El río Bacanuchi corre con rumbo Noroeste-Sureste, manifestando un drenaje del tipo dendrítico subparalelo, contando con algunos almacenamientos de agua superficial para uso pecuario, los cuales son en general pequeños y muy aislados. Un 28 % del total de consumo de agua de la mina proviene de agua de pozos, mientras que el 72 % corresponde al reuso de agua recuperada de los procesos operativos de la empresa, y en particular del actual depósito de jales.</p>	<p>Los acuíferos constituyen una fuente de agua muy importante para concentraciones humanas e industriales, especialmente en zonas áridas y semiáridas; asimismo, el agua constituye un soporte a los ecosistemas naturales. A medida que una población o la industria crece y el uso de suelo se hace más extenso, se incrementa la demanda de fuentes alternas de agua. Por esta razón es importante un manejo sustentable, y se tiene que mantener la recarga de acuíferos, así como la buena calidad del agua y evitar que se contamine. Las principales fuentes de contaminación son las aguas residuales municipales, aguas residuales industriales y la agricultura (uso de fertilizantes y pesticidas).</p>	<p>Se considera que el agua es de reciente infiltración, con poca circulación por el material granular y/o volcánico. La zona de recarga se encuentra en los altos topográficos (Sierra La Elenita y Sierra La Mariquita). Sin embargo, se reportan altos niveles de nitratos en la zona de San Pedro Palominas y San Rafael, asociado a las descargas agropecuarias. La variación en los niveles freáticos es menor pero tienden a descender con la incorporación de nuevos pozos.</p>

Cuadro 4.29. Caracterización de la situación actual de los diferentes componentes del Sistema Ambiental; descripción de las principales interacciones entre elementos, grado de conservación y capacidad de asimilación de probables impactos ambientales.

Componente del Sistema Ambiental	Características	Interacciones con otros elementos	Capacidad de asimilación de los impactos ambientales y grado de conservación
<p style="text-align: center;">Vegetación y uso de suelo</p> 	<p>El tipo de vegetación dominante en el SA es sin vegetación aparente (cuerpos de agua, zona urbana, jales etc) 37.33% y Pastizal natural (34.12%). Además, se encuentra bosque de encino, pastizales inducidos, vegetación secundaria. El bosque domina en las cañadas y montañas, donde los suelos son escasos. Por otro lado, los pastizales colonizan los valles amplios y planicies, donde los suelos son más profundos. En la mayor parte del sitio de Proyecto no hay vegetación pero hay pequeños manchones de pastizal natural con vegetación secundaria arbustiva sobre lomeríos suaves y bajíos. Bibliográficamente se tiene registrado 71 especies dentro del SA, ninguna se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p>	<p>El tipo de vegetación es uno de los componentes más importantes de un ecosistema. Varios procesos ecológicos y biológicos dependen de este recurso, presentando un papel importante en la regulación de clima, retención de suelo y regulación de ciclos de agua, nitrógeno, carbono, entre otros (Chapin <i>et al.</i>, 2002). Por otro lado, la vegetación es usada como materia prima para la generación de energía, material para la construcción, alimento y forraje para animales domésticos.</p>	<p>La cobertura vegetal en gran parte del SA ha sido transformada en ciertas áreas debido al sobreaprovechamiento y/o a su eliminación parcial o total por el CUSTF.</p> <p>El sitio del Proyecto presenta una baja naturalidad. El uso inadecuado de este recurso ha provocado varios problemas ambientales e influye de manera importante en la calidad del SA, que se muestra con suelos degradados, pérdida de biodiversidad, ausencia de especies nativas y presencia de especies invasoras.</p>

Cuadro 4.29. Caracterización de la situación actual de los diferentes componentes del Sistema Ambiental; descripción de las principales interacciones entre elementos, grado de conservación y capacidad de asimilación de probables impactos ambientales.

Componente del Sistema Ambiental	Características	Interacciones con otros elementos	Capacidad de asimilación de los impactos ambientales y grado de conservación
<p style="text-align: center;">Fauna</p> 	<p>El SA se encuentra en la región neártica, Provincias Biótica Altiplano Norte Chihuahuense y Biótica Sierra Madre Occidental, la cual se caracteriza por presentar especies que ocupan y dominan porciones montañosas con climas áridos y templados. A nivel SA se tiene un registro bibliográficamente de 236 especies, las cuales se distribuyen de la siguiente manera: 14 especies de anfibios, 49 de reptiles, 130 de aves y 43 de mamíferos. Derivado de otros estudios alrededor del Sitio del Proyecto, se obtuvo un registro total de 24 especies, de las cuales 2 son reptiles, 19 de aves y 3 de mamíferos. De las 24 especies de vertebrados registradas en el sitio de Proyecto y su área de influencia, ninguna se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p>	<p>La presencia de fauna silvestre depende mucho de la cobertura vegetal, tipo de uso de suelo y calidad de su hábitat natural. Características como presencia, composición, diversidad y abundancia, son indicadores de la calidad de un ecosistema. Los disturbios humanos (cacería, fragmentación del paisaje, destrucción del hábitat natural y competencia con animales domésticos) afectan directamente e indirectamente la presencia de la fauna silvestre.</p>	<p>Uno de los disturbios presentes en la zona es la pérdida de hábitat y la fragmentación que se observa en ciertos sitios. Las consecuencias del proceso de fragmentación, desencadena modificaciones en los procesos ecológicos y por consecuencia impacta las poblaciones y comunidades de fauna silvestre. La mayoría de la fauna registrada en el sitio es de tránsito, con escasa posibilidad de permanencia en el terreno por las descripciones previas señaladas, que no favorecen un hábitat propicio.</p>

Cuadro 4.29. Caracterización de la situación actual de los diferentes componentes del Sistema Ambiental; descripción de las principales interacciones entre elementos, grado de conservación y capacidad de asimilación de probables impactos ambientales.

Componente del Sistema Ambiental	Características	Interacciones con otros elementos	Capacidad de asimilación de los impactos ambientales y grado de conservación
<p style="text-align: center;">Paisaje</p> 	<p>La topografía del paisaje donde se encuentra el SA, muestra una variación de montañas, lomeríos, valles y cañadas en el Norte y Oeste; mientras en el Noreste y Sureste dominan planicies con lomeríos suaves. El paisaje presenta un mosaico de diferentes elementos paisajísticos que varían de elementos naturales a los artificiales. La vegetación dominante en el SA es sin vegetación aparente y pastizal. La cuenca visual tiene una forma irregular y es casi ilimitada, debido a la altura de la vegetación (menor de 2 m). Cerca del sitio del Proyecto no hay montañas que pudieran obstaculizar la vista del observador. Sin embargo, el fondo escénico es dominado por montañas. Existe una variedad de colores y contrastes, de colores grises, café (suelo) y tonalidades de verde (tipos de vegetales y forma del relieve).</p>	<p>El paisaje se puede identificar como el conjunto del medio, contemplando éste como un indicador y síntesis de las interrelaciones entre los elementos inertes (rocas, agua, aire) y vivos (flora, fauna y humano). Existen diferentes tipos de contaminantes paisajísticos: los físicos y biológicos, es decir, todas aquellas acciones que indirectamente interfieren desfavorablemente con el sentido de la vista del ser humano, afectando principalmente la visibilidad o calidad paisajística (Conesa, 2010). Por otro lado, existen disturbios directos en forma de modificación del paisaje, que afectan la naturalidad o singularidad, como es el cambio de uso de suelo, cambios topográficos, modificación del recurso agua, introducción de nuevas estructuras, obras de ingeniería, ruidos continuos, materiales y colores inadecuados, entre otros (Conesa, 2010).</p>	<p>Analizando los elementos paisajísticos por separado, y de acuerdo a las condiciones que prevalecen en el sitio, las acciones que ejercen las actividades humanas son las que más influyen en la calidad paisajística. Especialmente la zona urbana, las instalaciones de la empresa Buenavista del Cobre, el depósito de jales y los caminos, reducen la calidad de la cuenca visual, observándose en varios puntos dentro del sitio del Proyecto. Por lo general, el paisaje muestra una baja naturalidad, sólo los elementos del paisaje circundante, especialmente las montañas, aumentan la calidad paisajística. El paisaje tiene una calidad media-baja y una fragilidad media.</p>

Cuadro 4.29. Caracterización de la situación actual de los diferentes componentes del Sistema Ambiental; descripción de las principales interacciones entre elementos, grado de conservación y capacidad de asimilación de probables impactos ambientales.

Componente del Sistema Ambiental	Características	Interacciones con otros elementos	Capacidad de asimilación de los impactos ambientales y grado de conservación
<p style="text-align: center;">Socioeconómico</p> 	<p>El SA y el sitio del Proyecto se encuentran dentro del municipio de Cananea, ubicados al Norte del estado de Sonora. Colinda al Norte con los Estado Unidos de Norteamérica y con los municipios siguientes: al Noroeste con Naco, al Sur con Arizpe, al Suroeste con Bacoachi, y al Oeste con Ímuris y Santa Cruz. La población ocupada representa el 32.26%, mientras que 3.47% corresponde a la población desocupada, esto en relación a la población total dentro del municipio, durante la última década se tiene registro con base en el Censo de Población y Vivienda del 2000, que la población ocupada en el municipio de Cananea se desarrolla con un 51.45% en el sector terciario, correspondiente a servicios, el 44.02% dentro del sector secundario (industria) y el 2.42% al sector primario (actividades primarias) El índice de marginación para el municipio es de -1.8847, catalogándose como muy bajo, El Índice de Marginación es Muy bajo. Cabe señalar que existe un gran número de población que no se encuentra registrada como derechohabiente de algún servicio de salud. La mayoría de la población del municipio (87%) profesa la religión católica.</p>	<p>En el componente socioeconómico podemos encontrar cuatro grupos de factores fundamentales: sociodemográficos, socioculturales, socioeconómicos y servicios de salud (Alfonso y Calderín, 2002). Estos factores interactúan constantemente y algunas de sus repercusiones se ven reflejadas en la satisfacción de las necesidades básicas, la alimentación, uso del suelo, salud, vivienda, trabajo, educación, cultura infraestructura, entre otros. Alteraciones de este componente están vinculadas con los medios bióticos y abióticos; comportándose al mismo tiempo como sistema receptor. Los habitantes de la región que recibirán los beneficios económicos del Proyecto, pueden sufrir asimismo, las consecuencias de la migración de la población de otras partes de la República, lo que sobrecarga la infraestructura regional, creando contaminación y otros problemas.</p>	<p>La actividad minera y profesiones relacionadas a esta actividad, son la fuente de trabajo más importante en la región. Por el desarrollo de nuevos proyectos, que ofrecen nuevos empleos, es probable un crecimiento de la población local. Para evitar problemas ambientales y de salud por vertimiento de residuos domésticos en el agua y en el aire, es fundamental un crecimiento controlado de la ciudad de Cananea. Aunque el Índice de Marginación es Muy bajo, en la actualidad la emigración juega un papel importante.</p>

IV.3.5.1.2 Síntesis del inventario ambiental

Una de las variables para analizar la dinámica ambiental de la zona, es comprender las interrelaciones que se dan entre el conjunto de factores bióticos, abióticos y socioeconómicos que se presentan en tiempo y espacio determinados. La mayoría de los componentes del SA están en interrelación. Si cambian las propiedades de un componente, podría entonces tener influencia en los demás.

Las presiones a las que se encuentra sometido el medio ambiente son varias, principalmente las relacionadas con las actividades humanas y en particular, con las actividades minera y ganadera, en el SA en estudio. Se observa que la vegetación natural sufre y sufrirá una degradación y fragmentación del paisaje inducida por el hombre, tanto en el sitio del Proyecto como en el SA, como resultado del cambio de uso de suelo para la realización de actividades mineras y urbanas, entre otras, generando un desequilibrio de difícil reversión. Como resultado de estas actividades, se encuentran dentro de las más impactantes, la contaminación del SA por aguas residuales municipales y basura generada por la zona urbana; las actividades mineras, que incluyen instalaciones de producción, depósitos de jales y tepetateras; la construcción de carreteras, caminos y brechas; la ganadería y la presencia de otros animales domésticos en el SA. Estos diferentes tipos de disturbio tienen y han tenido mucha influencia en el funcionamiento del ecosistema; el cual presenta una baja naturalidad, indicando con ello un alto grado de perturbación.

La remoción de la vegetación natural por cambio de uso de suelo o sobrepastoreo está afectando la calidad del hábitat de la fauna silvestre, provocando su desplazamiento hacia lugares que presentan una mayor conservación. En el SA estos sitios se encuentran principalmente en las cañadas y zonas montañosas que son cubiertas de bosque. Por otro lado, en los sitios donde la vegetación es escasa, se puede observar un incremento de la erosión hídrica y eólica, lo que proporciona una retroalimentación positiva a los procesos de sucesión. La sucesión natural en este tipo de ecosistema (semiárida) es muy lenta, lo que ha provocado el establecimiento de especies invasoras que han desplazado la vegetación original.

En las zonas donde la pérdida de suelo es avanzada, aumenta el flujo superficial de agua y se presenta una menor infiltración, principalmente después de eventos fuertes de lluvia. En áreas con pendientes pronunciadas, en combinación de una fuerte precipitación pluvial, se originan desgajamientos de cerros y deslizamiento de material terrestre, que no es el caso del sitio del Proyecto, el cual se presenta principalmente sobre planicies.

Los cambios provocados por actividades de origen humano en los ecosistemas y en el paisaje, como la deforestación y la desertificación, son reconocidas como las principales causas por las que la regulación climática pudiera estar en riesgo, y sus efectos podrían alterar la integridad y calidad de vida de las poblaciones humanas.

Cabe resaltar, que el sitio donde se encuentra el Sitio del Proyecto no se encuentra dentro de algún Área Natural Protegida federal ni estatal. Respecto a la fauna, la mayoría de las especies registradas son capaces de desplazarse por sí solas a lugares aledaños al sitio del Proyecto, con el fin de encontrar sitios nuevos y adecuados para su alimentación y desarrollo, por lo que se el Proyecto no ocasiona alteraciones significativas a la fauna del lugar. Pudiéndose observar que en los alrededores del sitio del Proyecto, se encuentran mejores condiciones para la residencia de los diversos grupos de fauna vertebrada terrestre.

Por otro lado, el Proyecto es una instalación en operación y no afecta de manera negativa significativa el factor paisaje. La urbanización ha provocado problemas ambientales que pudieran afectar indirectamente la salud humana.

Es importante mencionar que este Proyecto aporta beneficios económicos a la población del municipio de Cananea, al proporcionar trabajo a sus habitantes y por tanto, mejoras a su calidad de vida.

CAPÍTULO V

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Modalidad Particular del Proyecto "ESDE II" ubicado en el municipio de Cananea, Sonora.



CONTENIDO

V.	IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	5
V.1.	Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales	6
V.1.1.	Identificación de impactos	6
V.1.1.1.	Lista de verificación.....	7
V.1.1.2.	Selección de indicadores ambientales de impacto	8
V.1.1.3.	Matriz de cribado de identificación de impactos	9
V.1.2.	Evaluación de impactos	11
V.1.3.	Elección de criterios de valoración de impactos.....	12
V.1.3.1.	Elaboración de la Matriz de Cribado de Categorías del Índice de Significancia de impactos.....	12
V.2.	Descripción de impactos.....	18

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 5. 1. Lista de verificación de las etapas y actividades del Proyecto “ESDE II”.....	7
Cuadro 5. 2. Indicadores ambientales propensos a ser afectados por la implementación del Proyecto.....	8
Cuadro 5. 3. Matriz de identificación de los posibles impactos a generar por etapa del desarrollo del Proyecto “ESDE II”.....	10
Cuadro 5. 4. Impactos identificados por factor ambiental del Proyecto “ESDE II”.	11
Cuadro 5. 5. Matriz de cribado de índices de significancia de impactos ambientales a generarse durante el Proyecto “ESDE II”.	14
Cuadro 5. 6. Número de impactos ambientales por categoría del índice de Significancia, por etapa del Proyecto Planta de Extracción por Solventes y Extracción Electrolítica (ESDE II).	16

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 5.1. Porcentaje de impactos adversos evaluados para el Proyecto “ESDE II”.....	15
Figura 5.2. Impactos evaluados por indicador ambiental para el Proyecto “ESDE II”.....	17

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 5.1. Metodología de evaluación de impactos.

Anexo 5.2. Matriz de cribado de categorías del índice de significancia de impactos para la etapa de operación-mantenimiento, y Matriz de cribado de categorías del índice de significancia de impactos para la etapa de abandono del sitio.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La actividad del Proyecto “**ESDE II**”, ubicado dentro del complejo minero metalúrgico de Buenavista del Cobre en el municipio de Cananea, Sonora, ha provocado y provoca cambios generados por las distintas actividades del mismo en sus distintas etapas. Estos cambios han conducido inicialmente a modificaciones en la calidad del entorno natural (componentes abiótico y biótico), sin embargo en el estado actual del sitio, cuando se desarrolla únicamente la operación del Proyecto, los conceptos de evaluación de impactos únicamente están encaminados a la identificación, evaluación y descripción de los impactos ambientales que se ocasionan en las etapas de operación-mantenimiento y de abandono.

El objetivo principal de la evaluación del impacto ambiental es estimar los efectos negativos sobre el ambiente y que pudieran causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones en las disposiciones aplicables y a su vez proponer, con base a esta estimación, las medidas más adecuadas a implementar para llevar a niveles aceptables los impactos derivados de acciones humanas y proteger la calidad del ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos.

En este contexto, la evaluación permite anticipar los impactos negativos y favorecer los impactos positivos provocados por las acciones humanas, buscando incrementar los beneficios y disminuir las alteraciones humanas no deseadas. Para ello, es necesario asegurar que las variables ambientales de interés se identifiquen desde el inicio y se protejan a través de decisiones pertinentes, haciéndolas compatibles con las políticas y regulaciones ambientales establecidas, con la finalidad de proteger el entorno.

Dentro del proceso de evaluación del impacto ambiental, la etapa del pronóstico y análisis de impactos ambientales, se realiza con el fin de revisar la significancia de los impactos, poniendo especial atención en aquellos que presentan un nivel crítico o irreversible. Esta etapa permite reconocer los impactos directos, indirectos, acumulativos y

los riesgos inducidos sobre los componentes ambientales. Para lo anterior, se utilizan variables ambientales representativas que permitan identificar impactos y sus umbrales de aceptación, así como las medidas de mitigación y seguimiento.

Por lo anterior, la evaluación es necesaria para describir la acción generadora de los impactos, predecir la naturaleza y magnitud de los efectos ambientales, interpretar los resultados y prevenir los efectos adversos sobre el ambiente, haciéndolas compatibles con las políticas y regulaciones ambientales establecidas, con la finalidad de proteger el entorno.

Para este Proyecto la evaluación de los impactos ambientales se realiza de manera cualitativa y cuantitativa. La información obtenida es empleada para proponer una matriz de interacciones con el propósito de indicar las relaciones causa-efecto, en donde, se identificaron las principales interacciones de las actividades del Proyecto con el entorno ambiental (previamente descrito).

De acuerdo con la información expuesta en el Capítulo II, el presente Proyecto consiste en la operación de la Planta ESDE II y corresponde a un proyecto que ya extrae y recupera cobre diluido en una solución acuosa, mediante los procesos de extracción por solventes y depositación electrolítica (ESDE).

V.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

La metodología que se utilizó para la identificación, evaluación y descripción de los impactos ambientales asociados por la implementación del Proyecto (Bojórquez-Tapia, 1998; Canter, 1998), se presenta en el **Anexo 5.1**.

V.1.1. Identificación de impactos

Los impactos ambientales que podrían generarse por la implementación del Proyecto, se identificaron mediante un análisis que permite identificar y conocer los impactos de cada una de las actividades sobre los factores ambientales, iniciando con la lista de verificación de las actividades del Proyecto.

V.1.1.1. Lista de verificación

A través de la lista de verificación, se identifican y describen las acciones asociadas con el Proyecto durante las dos etapas del proyecto que son evaluadas, y cuya ejecución pudiera ser generadora de impactos ambientales. En el **Cuadro 5.1**, se presenta la lista de verificación propuesta para el Proyecto, que incluye las actividades que pudieran provocar algún impacto, agrupadas por etapa del Proyecto.

Cuadro 5. 1. Lista de verificación de las etapas y actividades del Proyecto “ESDE II”.

Etapas	Obras y actividades			
Operación-mantenimiento	Oficinas			
	Estacionamiento			
	Subestación Eléctrica y Transformadores			
	Laboratorio			
	Taller de mantenimiento			
	Almacén de aceites			
	Sumideros (1 y 2)			
	Áreas de descarga (Diesel y H ₂ SO ₄)			
	Área de planta piloto			
	Tanques de almacenamiento de agua para servicios y proceso			
	Tanque para red contra incendios			
	Extracción por solventes		Extracción de la solución de cobre (producto de lixiviación) con solución orgánica (keroseno y andoxina) en trenes de descarga.	
			Recuperación y almacenamiento de orgánico en asentadores (Trenes)	
			Despoje del cobre por una solución de Ácido Sulfúrico (H ₂ SO ₄).	
	Edificio	DeposiciónElectrolítica	Bombeo y transporte del electrolito rico a electrodeposición	
		Deposición de cobre metálico en los cátodos.		
		Lavado de cátodos con agua caliente para enviar la solución residual de sulfato de cobre a recirculación y limpieza de ánodos para recuperación de PbO.		
		Desferradora automática para almacenamiento y embarque de cobre catódico		
		Producción, almacenamiento y embarque de lodos anódicos		
Abandono del sitio	Desmantelamiento de obras permanentes y equipo			
	Retiro de maquinaria y equipos.			
	Limpieza del sitio.			
	Restauración			

V.1.1.2. Selección de indicadores ambientales de impacto

Los factores ambientales son todos los elementos del ambiente susceptibles de recibir impactos, considerando la complejidad del ambiente y su carácter de sistema. Fueron seleccionados los considerados como relevantes, medibles y que ofrecen información del estado y funcionamiento del ambiente. En el caso de los indicadores de impacto¹, permiten evaluar de manera puntual la dimensión de las alteraciones por el establecimiento de un Proyecto y/o desarrollo de una actividad, así como su integración al ambiente, de tal forma que el impacto de un Proyecto se concreta en un valor que dimensiona la desviación de éste. Para ser de utilidad, los indicadores también cumplen con criterios (representatividad, relevancia, excluyentes y de fácil identificación) que proporcionan información para establecer un comparativo del antes y del después de la ejecución del Proyecto, pudiendo dimensionar los impactos producidos.

Los indicadores ambientales de impacto están relacionados con componentes y factores ambientales susceptibles de ser afectados por el Proyecto. En el **Cuadro 5.2** se presentan los factores e indicadores ambientales que pudieran recibir algún impacto ambiental por el desarrollo del Proyecto.

Cuadro 5. 2. Indicadores ambientales propensos a ser afectados por la implementación del Proyecto.

Componente ambiental	Factor ambiental	Indicador ambiental
Abiótico	Aire	Generación de neblinas ácidas (H ₂ SO ₄) y O ₂
		Emisiones a la atmósfera por vehículos (CO ₂ , NO _x , SO _x , etc.)
		Polvos suspendidos
		Nivel de ruido y vibraciones
	Suelo	Disminución de la capacidad de retención del agua por ocupación del suelo
		Susceptibilidad a la contaminación de suelo
	Agua	Consumo de agua
Susceptibilidad de contaminación a cuerpos de agua superficial (bordos y escorrentías intermitentes)		
Paisaje	Calidad paisajística	
	Fragilidad visual	
Socioeconómico		Empleo y uso de servicios

¹La definición de **indicador de impacto** es: “un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio” (Gómez Orea, 1999).

V.1.1.3. Matriz de cribado de identificación de impactos

Una vez realizada la lista de verificación² de actividades derivadas del Proyecto, así como la identificación de los componentes, factores e indicadores ambientales susceptibles de afectación, se procedió a identificar de manera preliminar los impactos mediante la construcción de una matriz de Leopold (**Cuadro 5.3**). La matriz de identificación³ presenta columnas que muestran las actividades del Proyecto por etapas y filas con los componentes, factores e indicadores ambientales. Esta matriz sirve para identificar los impactos y su origen, sin proporcionar un valor, permitiendo estimar la importancia y magnitud de los impactos, por lo que cuando se espera que una acción provoque un cambio en un factor ambiental, se registra en la intersección correspondiente para el Proyecto, y se señalan resaltados en color rojo y -1, las interacciones potenciales de provocar impactos negativos y en color verde y +1, las interacciones potenciales de provocar impactos benéficos. En el caso de aquellas casillas que no presentan interacción, se debe entender que esa estructura o actividad no generó algún impacto en el indicador ambiental respectivo.

Cabe mencionar que la elaboración de la matriz considera la aplicación de algunas de las medidas de mitigación propuestas y que serán descritas en el Capítulo VI. Es por ello que se presentan impactos positivos o benéficos en su evaluación, ya que estas actividades también son generadoras de acciones sobre el ambiente. Así como también considerando aquellos impactos que se verán compensados por las actividades que se ejecutarán una vez la vida útil del Proyecto haya llegado a su fin.

Como puede observarse en el **Cuadro 5.3**, se identificaron un total de 92 impactos ambientales, de los cuales 52 son adversos y 40 son benéficos. En el mismo cuadro se observa que del total de impactos identificados como adversos (52), 49 de ellos son presentados en la etapa de operación. Mientras que del total de impactos identificados como benéficos (40), 36 se presentaron en la etapa de abandono del sitio.

² La **lista de verificación o de chequeo**, es un listado de cada una de las actividades contempladas en el Proyecto, así como de los indicadores ambientales identificados, de acuerdo al posible impacto y posible efecto identificado, además de su valoración por la implementación del Proyecto. Dicha lista puede variar de acuerdo al tipo de Proyecto.

³ La **matriz de identificación** muestra la identificación de impactos mediante la interacción, la cual enfatiza los rasgos característicos. Esta metodología establece la relación causa y efecto, de acuerdo con las características particulares del Proyecto.

En el **Cuadro 5.4**, se presentan los impactos ambientales identificados por factor ambiental. Los factores ambientales con mayor número de impactos adversos es el suelo (22), seguido el factor agua (19) y aire (11). Mientras que los impactos benéficos se ven reflejados sobre los factores aire (11), seguidos los factores paisaje y social con la misma cantidad de impactos (8).

Cuadro 5. 4. Impactos identificados por factor ambiental del Proyecto “ESDE II”.

Factor ambiental	Número de impactos adversos	Número de impactos benéficos	TOTAL
Aire	11	11	22
Suelo	22	7	29
Agua	19	6	25
Paisaje	0	8	8
Social	0	8	8
Totales	52	40	92

V.1.2. Evaluación de impactos

Con la aplicación de la metodología para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que ocasiona el desarrollo del Proyecto, se garantiza en gran medida estimar la dimensión real de los impactos provocados por la ejecución del Proyecto, determinando las afectaciones y modificaciones que presentarán sobre los componentes, factores e indicadores ambientales. Se consideran criterios como la magnitud, extensión y la duración del impacto, aunado a este análisis, se incluyen criterios complementarios como la sinergia, acumulación y controversia, que en conjunto permiten obtener la información necesaria para tener una aproximación real del impacto ocasionado, además de reducir la subjetividad en la detección y valoración de los impactos ambientales, directos, indirectos, acumulativos, sinérgicos y residuales producidos por el Proyecto. Por estas razones, la metodología seleccionada para la identificación y evaluación de impactos queda plenamente justificada.

V.1.3. Elección de criterios de valoración de impactos

Para la elección de los criterios de valorización de impactos, se utilizaron tres criterios Básicos y cuatro Complementarios. La clasificación y definición de los criterios Básicos, y Complementarios, así como la escala utilizada para su clasificación se presentan en el **Anexo 5.1**.

Se evaluó el alcance, la incidencia y significancia (en términos de la destacabilidad que tiene el impacto en el contexto general de los impactos en este Proyecto) de cada uno de los impactos identificados y establecidos en la Matriz anteriormente presentada, para asegurar la sustentabilidad del Proyecto. Ambos criterios (Básicos y Complementarios) fueron evaluados bajo una escala ordinal correspondiente a expresiones relacionadas con el efecto que tiene una actividad sobre los indicadores ambientales seleccionados para cada uno de los componentes del medio. Los valores asignados a cada uno de los atributos mencionados se obtienen con base en la escala que rige a los criterios.

V.1.3.1. Elaboración de la Matriz de Cribado de Categorías del Índice de Significancia de impactos.

Se elaboró obteniendo los índices de los criterios *Básicos* y *Complementarios* (Bojórquez-Tapia *et al.*, 1998) mediante la metodología propuesta por Bojórquez-Tapia *et al.* (1998) de los impactos identificados para facilitar y sistematizar la identificación de los mismos. La evaluación de las interacciones se ha realizado tomando en consideración los indicadores ambientales en los cuales incide el Proyecto. Por otra parte, es importante señalar que el impacto ambiental está determinado por la modificación del ambiente ocasionado por la acción del hombre. Los impactos ambientales fueron analizados desde dos puntos clave, que son:

- La capacidad de recuperación del medio (resiliencia), entendida como la dificultad o la imposibilidad para retornar a las condiciones previas a la acción que lo modificó; por medio de mecanismos naturales de autorecuperación, o bien con la ayuda del hombre.
- La necesidad de aplicar medidas para atenuar dicho impacto; en este sentido es necesario recordar que la medida aplicada sea directamente proporcional a la gravedad

del impacto y que dicha gravedad esté referida por el número de grupos sociales o individuos que se afectará, así como por su extensión.

Los resultados de los índices, por indicador ambiental afectado, son identificados en la Matriz de cribado utilizada para determinar la dimensión de los impactos identificados como adversos (52), y es mostrada a manera de resumen en el **Cuadro 5.5**, mientras en el **Anexo 5.2** muestra el resultado de la evaluación por etapa (Matriz de cribado de categorías del índice de significancia de impactos para la etapa de operación-mantenimiento, y Matriz de cribado de categorías del índice de significancia de impactos para la etapa de abandono del sitio).

La posición de las columnas es ocupada por los criterios (básicos y complementarios) considerados para su evaluación (metodología propuesta por Bojórquez- Tapia (1989 y 1998) y las filas por los factores e indicadores ambientales y las actividades generadoras del impacto. Las relaciones se señalan con casillas resaltadas en color y abreviatura del tipo de impacto.

Además en dicha matriz se muestran los valores del Índice Complementario (SAC_{ij}), cuyo valor se obtuvo de la evaluación de: S_{ij}= Efectos Sinérgicos; A_{ij}= Efectos Acumulativos; C_{ij}= Controversia; el MED_{ij} = Índice del Criterio Básico y el SAC_{ij}= Índice del Criterio Complementario; así como la significancia de cada uno de los impactos detectados por factor ambiental, donde: I_{ij}= Importancia o Significancia parcial del Impacto; G_{ij}= Significancia Final del Impacto; y T_{ij}= Medida de Mitigación.

Los resultados obtenidos en la evaluación, arrojaron que del total de impactos adversos evaluados (52), no se obtuvieron impactos ambientales en la categoría de Significancia Muy Alta (MA). Los impactos están dentro de las categorías de Significancia Alta (A) con un 8%, Significancia Moderada (Md) con un 88% y un 4% para la categoría de significancia Baja (Bj) (**Figura 5.1**). Estos resultados son influenciados por el tiempo de vida útil del Proyecto durante su etapa operativa, para el cual se consideran 40 años.

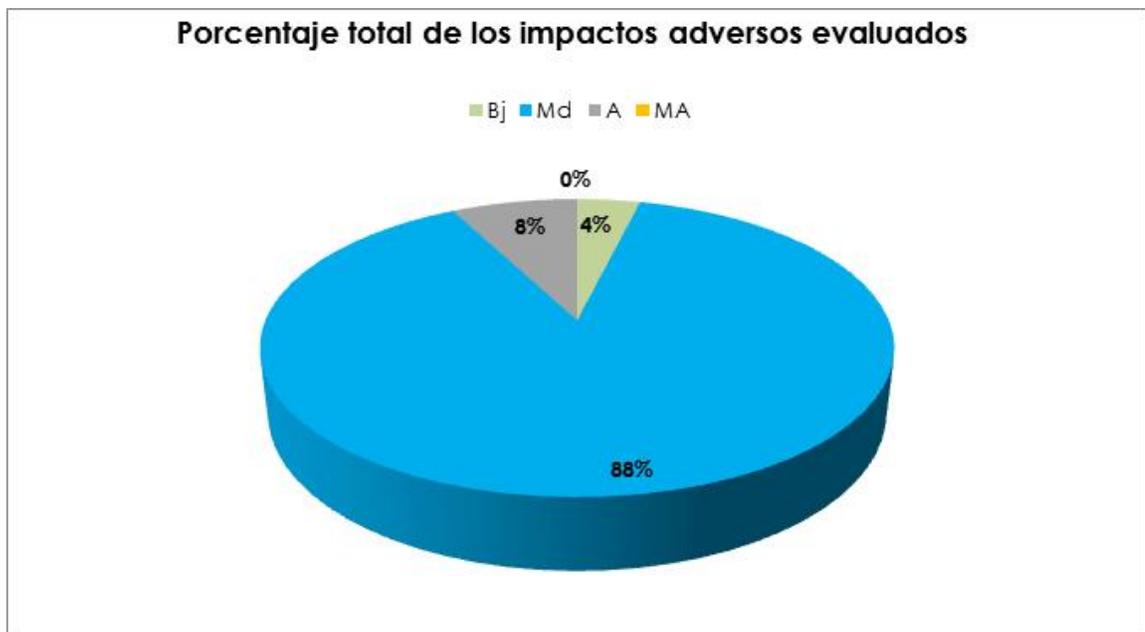


Figura 5.1. Porcentaje de impactos adversos evaluados para el Proyecto “ESDE II”.

En el **Cuadro 5.6**, se presentan los 52 impactos adversos identificados para el Proyecto y categoría de Significancia por etapa, donde se puede observar que del total de los impactos evaluados (49) para la etapa de operación, 45 corresponden a impactos de significancia Moderada mientras que solo 2 impactos son de categoría Baja y 2 impactos de categoría Alta en la misma etapa.

Analizando por lo tanto la categoría de significancia para la etapa de abandono, del total de los impactos evaluados para esta etapa (3), solo 2 se presentaron en la categoría de significancia Alta, mientras que uno en la categoría de significancia Baja.

La cantidad de impactos identificados para la categoría de significancia Alta se presentan en las etapas de operación-mantenimiento y abandono del sitio con la misma cantidad de impactos (2) respectivamente; mientras que la mayoría de los impactos de significancia Moderada se presentan en la etapa de operación-mantenimiento (45), seguida la etapa de abandono del sitio (1); los impactos clasificados como de significancia Baja solo son presentados en la etapa de operación-mantenimiento (2).

Cuadro 5. 6. Número de impactos ambientales por categoría del índice de Significancia, por etapa del Proyecto Planta de Extracción por Solventes y Extracción Electrolítica (ESDE II).

Categoría	Totales por etapa		
	Operación-mantenimiento	Abandono del sitio	Total por categoría
Baja	2	0	2
Moderada	45	1	46
Alta	2	2	4
Muy Alta	0	0	0
Total	49	3	52

En la **Figura 5.2**, se presentan los 52 impactos adversos identificados para el Proyecto por categoría de Significancia por indicador ambiental, donde los de categoría de significancia Alta se presentan en los indicadores consumo de agua (2), susceptibilidad a la contaminación de suelo y susceptibilidad a la contaminación de cuerpos de agua con la misma cantidad de impactos (1); mientras que para la categoría de significancia Moderada la mayoría se presenta en el indicador susceptibilidad a la contaminación de suelo y susceptibilidad a la contaminación de cuerpos de agua con la misma cantidad de impactos (14), seguido el indicador disminución de la capacidad de infiltración por ocupación del suelo (7); con lo que respecta a la categoría de significancia Baja la mayoría se presenta en el indicador nivel de ruido (2).

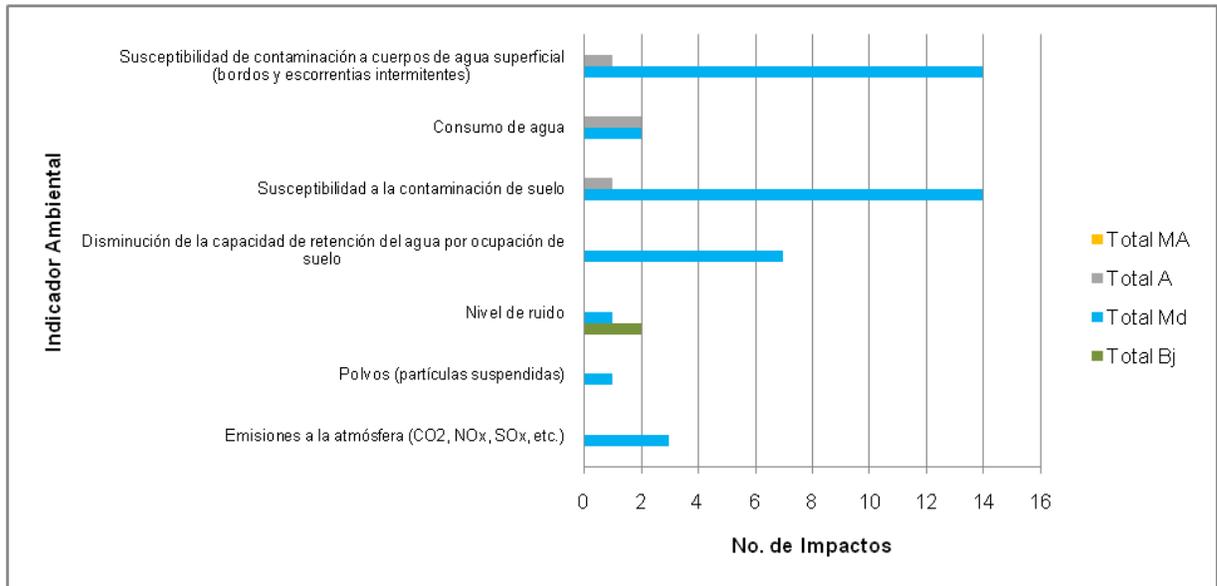


Figura 5.2. Impactos evaluados por indicador ambiental para el Proyecto “ESDE II”.

Con base en los resultados anteriormente expuestos, la etapa de operación-mantenimiento presenta una mayor cantidad de impactos adversos (49), la mayoría de ellos clasificados de significancia Moderada sobre los factores suelo y agua. Para la etapa de abandono del sitio solo se presentan 3 impactos adversos, los cuales son identificados en los factores suelo, agua y aire.

Los impactos se presentan sobre los factores suelo, agua y aire, y no sobre factores bióticos (vegetación, fauna y paisaje), esto derivado de que actualmente el sitio del Proyecto no presenta cobertura vegetal sobre su superficie debido a que se encuentra ya en operación desde el año 1989, aprovechando la infraestructura existente de la minera y de la ampliación de algunas instalaciones que contaba con autorización mediante el oficio D.O.O.DGOEIA.-003136 de fecha de 13 de junio de 2000. Desde entonces, la empresa Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., aplica medidas preventivas, de mitigación y compensación sobre todos los factores ambientales.

Es importante mencionar que todos los impactos identificados por la implementación del Proyecto son mitigables, con la aplicación de las medidas establecidas en el Capítulo VI del presente estudio.

V.2. Descripción de impactos.

En este apartado se presenta una breve descripción de cada impacto ambiental identificado por la ejecución del Proyecto. La información se organizó en fichas de manera puntual para los factores ambientales. La descripción en las fichas se realiza considerando, la lectura de las Matrices de índices de significancia por: [i] factor ambiental; [ii] indicador ambiental, [iii] etapa en la que se identifica y [v] breve descripción. Las fichas se realizan a través de un análisis sistémico que parte de lo siguiente:

- Caracterización y Diagnóstico ambiental del sitio del Proyecto, sistema ambiental y en su caso del sistema ambiental;
- Análisis detallado de las actividades del Proyecto identificadas como fuente de perturbación en el medio ambiente;
- Ejercicio de interacción entre componentes ambientales, las obras y actividades del Proyecto generadoras de impacto;
- Identificación y evaluación de los impactos ambientales ocasionados.

Factor ambiental	AIRE			
Etapa (s)	Indicador ambiental	Descripción del Impacto Generado	CATEGORÍA DE SIGNIFICANCIA	ATRIBUTO DEL IMPACTO
Operación-mantenimiento	Generación de neblinas acidas (H ₂ SO ₄) y de O ₂ .	<p>Las neblinas son producidas durante el proceso de electrodeposición electrolítica que es realizado en las celdas y ocurre durante la formación de cobre metálico, la reacción es a partir de una solución electrolítica que contiene sulfato de cobre, ácido sulfúrico, agua y otras impurezas que fluye libremente durante la celda, se hace pasar una corriente eléctrica que va desde un ánodo insoluble (plomo-calcio) a un cátodo de acero inoxidable. En la superficie del cátodo es donde ocurre el depósito de cobre metálico, lo anterior se resume en la siguiente reacción:</p> $\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Cu}_{(\text{metálico})} + \text{O}_2 + \text{SO}_4^{2-}$ <p>Además de producirse cobre metálico, se expiden algunas burbujas muy finas que provocan neblinas y contaminan la atmosfera por su efecto corrosivo, que no solo alteran la calidad del aire, sino también pueden provocar alteraciones en la salud del personal operativo.</p>	Moderado	Impacto adverso, de magnitud mínima, extensión puntual y duración larga, sinergia y acumulación ligera; mitigable a corto plazo.
	Emisiones a la atmósfera (CO ₂ , NO _x , SO _x , etc.)	Las emisiones son producidas por la combustión de los equipos y vehículos automotores utilizados durante la etapa de operación, principalmente en el área de descarga y almacenamiento de sustancias, así como en el taller de mantenimiento.	Moderado	Impacto adverso, de magnitud mínima, extensión puntual y duración larga, sinergia y acumulación ligera; mitigable a corto plazo.
	Nivel de ruido	El ruido será producido por el uso de equipos, sistemas de bombeo, etc. y vehículos que circulen dentro de las instalaciones del Proyecto, por lo que un incremento del mismo puede causar perturbación en el ambiente, así como efectos en la salud de los empleados.	Baja y Moderado	Impacto adverso, de magnitud mínima, extensión puntual y duración larga, sinergia y acumulación de ligera a nula; mitigable a corto plazo.

Factor ambiental	SUELO			
Etapa (s)	Indicador ambiental	Descripción del Impacto Generado	CATEGORÍA DE SIGNIFICANCIA	ATRIBUTO DEL IMPACTO
Operación- mantenimiento	Disminución de la capacidad de retención del agua por la ocupación de suelo	<p>El uso de suelo dentro del sitio del Proyecto es destinado a la actividad minera desde hace varios años, por lo que las propiedades fisicoquímicas han sido modificadas. Con la operación del Proyecto se mantendrá esta tendencia, disminuyendo las posibilidad de recuperación de sus características naturales haciendo un suelo más susceptible a la erosión y a impactos antropogénicos. El sitio se encuentra cubierto de una placa de concreto donde se ubican todas las obras que ya se encuentran en operación.</p> <p>También, como parte de la modificación de sus características tanto físicas como químicas y de la degradación estructural ocurrirá una disminución de la capacidad de retención del agua, restando humedad y afectando la fertilidad del mismo.</p>	Moderada	Impacto adverso, de magnitud moderada, extensión puntual y duración larga, sinergia y acumulación ligera; mitigable de medio a largo plazo.
	Susceptibilidad de contaminación	<p>El mal uso y disposición de sustancias o materiales peligrosos, (considerados por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas e inflamables) durante la operación del proyecto, así como la posibilidad de derrames dentro de las instalaciones por malas prácticas y/o falta de mantenimiento a las mismas, pueden provocar daños al suelo alterando sus propiedades fisicoquímicas limitándolo en su uso y perdiendo una o varias de sus funciones dentro del ecosistema.</p> <p>Por otro lado, un manejo inadecuado (desde la generación hasta la disposición) de los diferentes tipos de residuos generados por las diferentes actividades del Proyecto, como son los peligrosos, manejo especial y sólidos urbanos pueden causar alteraciones y posible contaminación de suelo, también alterando otros factores ambientales como son el agua, flora, fauna, aire y paisaje.</p>	Moderada	Impacto adverso, de magnitud moderada, extensión puntual y duración larga, sinergia y acumulación ligera; mitigable a corto plazo.
Abandono de sitio	Susceptibilidad a la contaminación de suelo	El retiro de materiales-equipos y limpieza del sitio, así como la entrada de maquinaria e individuos para la ejecución de estas actividades pueden causar deterioro al suelo, esto por la generación de residuos (peligrosos, manejo especial y sólidos urbanos) y su inadecuada disposición.	Alta	Impacto adverso, de magnitud moderada, extensión puntual y duración larga, sinergia y acumulación moderada; mitigable a corto plazo.

Factor ambiental	AGUA			
Etapa (s)	Indicador ambiental	Descripción del Impacto Generado	CATEGORÍA (S) DEL IMPACTO	ATRIBUTO DEL IMPACTO
Operación-mantenimiento	Consumo de agua	El consumo de agua durante el Proyecto involucra un volumen considerable, que al no contar con las medidas de prevención y mitigación necesarias pueden contribuir a un uso inadecuado del recurso,.	Alta y moderada	Impacto adverso, de magnitud moderada, extensión puntual y duración larga, sinergia moderada y acumulación media; mitigable de corto a largo plazo.
	Susceptibilidad a la contaminación de cuerpos superficiales	Los derrames de sustancias y materiales considerados peligrosos, así como un manejo inadecuado de residuos hacia cárcamos, y/o sistemas de drenaje pueden causar afectaciones directas o indirectas sobre cuerpos superficiales aledaños al sitio del Proyecto.	Moderada	Impacto adverso, de magnitud moderada, extensión puntual y duración larga, sinergia y acumulación ligera; mitigable a corto plazo.
Abandono del sitio	Susceptibilidad a la contaminación de cuerpos superficiales	Durante cada una de estas actividades serán generados residuos (peligrosos, manejo especial y sólidos urbanos), que al no ser manejados adecuadamente puede darse un arrastre y obstruir escorrentías naturales que puedan causar deterioro y/o contaminación en cuerpos superficiales en zonas aledañas al Proyecto.	Alta	Impacto adverso, de magnitud moderada, extensión puntual y duración larga, sinergia y acumulación moderada; mitigable a corto plazo.

CAPÍTULO VI

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Modalidad Particular del Proyecto "ESDE II" ubicado en el municipio de Cananea, Sonora.



CONTENIDO

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	4
VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.....	4
VI.2. Impactos residuales.....	13

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 6.1. Medidas de mitigación generales propuestas para el Proyecto, por impacto negativo significativo generado, tipo de medida, etapa por aplicar, objetivo, indicador y evidencia de cumplimiento.....	6
Cuadro 6. 2. Impactos residuales del Proyecto y sus posibles medidas de mitigación y compensación a ejecutar durante la etapa de abandono del sitio.	14

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 6.1. Plan de contingencia para casos de Emergencia, Buenavista del Cobre, S.A. de C.V.,
Plantas ESDE´s.

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

En este capítulo se describen las medidas preventivas y de mitigación, que se relacionan directamente con los impactos ambientales identificados y evaluados en el Capítulo V del presente documento, y que tienen que ver con las únicas etapas a ejecutar por el Proyecto: operación-mantenimiento y abandono del sitio.

Al desarrollo del **Proyecto ESDE II**, ubicado en el municipio de Cananea, Sonora, se asocian una serie de impactos adversos sobre el ambiente, los cuales fueron identificados y evaluados en el Capítulo V. De acuerdo con lo anterior y con base en Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente a continuación se definen los tipos de medidas a aplicar para atenuar los efectos de los impactos generados por el desarrollo del Proyecto. Es importante señalar que las medidas propuestas, se presentan de acuerdo a su importancia:

- **Medida de prevención:** Conjunto de acciones que deberán aplicarse previo al desarrollo de actividades del Proyecto para evitar la generación de posibles efectos que propicien el deterioro del ambiente,
- **Medida de mitigación:** Conjunto de acciones que deberán ejecutarse durante y posterior al desarrollo de las actividades del Proyecto para atenuar los impactos y restablecer las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causara por la realización del Proyecto,
- **Medida de compensación:** Conjunto de acciones que permiten restituir los efectos de los impactos que no pueden ser prevenidos y/o mitigados, su finalidad es la de restablecer las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación. Por tal

razón, la magnitud de estas acciones será equivalente al de la acción que ocasionó el deterioro del ambiente.

Una vez identificados los impactos ambientales que puede provocar el Proyecto, se proponen las medidas necesarias para que sean aplicables en cada etapa. Es importante mencionar, que todo proyecto provoca impactos en mayor o menor grado, por lo que el propósito del presente apartado es de identificar y señalar las medidas necesarias para corregir, mitigar, controlar y compensar los impactos que serían generados por el Proyecto.

Para llevar a cabo la identificación objetiva y viable de las medidas que se ejecutarán durante el Proyecto, se toma primero en cuenta a las actividades por desarrollar en el Proyecto. En el **Cuadro 6.1**, se presenta el listado de las medidas preventivas y de mitigación que se proponen para el Proyecto con base a los impactos ambientales identificados que serían producidos por las actividades del Proyecto. En este Cuadro, se indica el impacto que se pretenden mitigar, la etapa a ejecutar, el tipo de medida, objetivo de la aplicación de la medida, su indicador y evidencia de cumplimiento de la aplicación.

Cabe mencionar que en el caso del indicador de cumplimiento cuando se señala una periodicidad de entrega, ésta es para requerimientos de cumplimiento y será evidencia que se integrará como parte de los informes anuales o semestrales que señale la autoridad deberán ser entregados como parte del cumplimiento de los resolutive de Autorización.

Cuadro 6.1. Medidas de mitigación generales propuestas para el Proyecto, por impacto negativo significativo generado, tipo de medida, etapa por aplicar, objetivo, indicador y evidencia de cumplimiento.

Factor ambiental afectado	Indicador ambiental	Medida preventiva (MP), medida de mitigación (MM) y medida de compensación (MC)	Etapa en que se instrumentará	Objetivo de la medida	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento
Aire	Generación de neblinas acidas (H ₂ SO ₄) y de O ₂ .	<p>MP y MM:</p> <p>i) Implementar en el edificio de Electrodeposición un sistema de control</p> <p>ii) Implementar el uso de "grajeas" de polipropileno para la captura de O₂;</p> <p>iii) Llevar a cabo el monitoreo en el edificio de Electrodeposición, conforme a los criterios de la normatividad vigente, para prevenir daños a la salud de los trabajadores expuestos a las sustancias químicas contaminantes del medio ambiente laboral;</p> <p>v) Brindar capacitación y equipo de protección personal a cada uno de los empleados y que sea utilizado durante toda la jornada laboral y en todas las áreas de la planta ESDE II.</p>	Operación-mantenimiento	Disminuir la generación y emisión de neblinas al ambiente para evitar afectaciones a la calidad del aire y daños a la salud de los empleados por la inhalación de estos gases.	<p>EG < ó = al LMP;</p> <p>Donde EG se refiere a la emisión de gases por el proceso, mientras que LMP es el límite máximo permisible que establece la normatividad vigente en la materia.</p> <p>$\frac{ER}{EE} \geq 0.8$; Donde ER es la Eficiencia Real de control de polvos en los equipos o áreas operativas; EE = Eficiencias Estimada.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Informes de mantenimiento al sistema de lavado y evidencia fotográfica del mismo. ✓ Resultados del monitoreo con base en la Norma NOM-010-STPS-1999. ✓ Programa calendarizado y listas de asistencia de las capacitaciones realizadas.
Aire	Emissiones de CO ₂ , SO ₂ y NO _x	<p>MP y MM:</p> <p>i) Los vehículos y equipos de combustión, que circulen en las inmediaciones de la planta ESDE II deberán contar con un Programa de Mantenimiento que deberá incluir verificación, cambio de aceite y neumáticos fuera de las áreas de operación y/o en su caso en áreas acondicionadas para su desempeño.</p>	Operación-mantenimiento Abandono de sitio	Reducir las emisiones de gases de combustión por el uso de Equipo, Maquinaria y Vehículos, así como no sobrepasar los límites establecidos en las normas.	PMP=100%; donde PMP se refiere a la ejecución del programa de mantenimiento preventivo programado	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documentación de la ejecución del programa de mantenimiento preventivo de todos los equipos empleados en el proyecto (bitácoras, registros y fotografías).

Cuadro 6.1. Medidas de mitigación generales propuestas para el Proyecto, por impacto negativo significativo generado, tipo de medida, etapa por aplicar, objetivo, indicador y evidencia de cumplimiento.

Factor ambiental afectado	Indicador ambiental	Medida preventiva (MP), medida de mitigación (MM) y medida de compensación (MC)	Etapas en que se instrumentará	Objetivo de la medida	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento
Aire	Incremento en los niveles de ruido.	MP: i) Ejecutar monitoreo anual en la planta ESDE II bajo los criterios de la NOM-081-SEMARNAT-1994, que establece los límites permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición;	Operación-mantenimiento.	Mantener los niveles de ruido por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-081-SEMARNAT-1994.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ $MR \leq 68DB$ de 6:00 a 22:00 horas ✓ $MR \leq 66DB$ de 22:00 a 6:00 horas Donde MR se refiere a la Medición realizada.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reporte de resultados del monitoreo bajo los criterios de la NOM-081-SEMARNAT-1994.
Suelo y Agua	Susceptibilidad de contaminación al suelo por sustancias tóxicas y/o peligrosas	MP y MM: i) El sitio donde se realiza la descarga de reactivos y materiales (H ₂ SO ₄ , keroseno, combustóleo, etc) deberá contar con sistemas de contención de derrames, piso impermeable, guardas etc. Así como elaborar y ejecutar un Plan de atención a contingencias (Anexo 6.1). ii) La empresa que suministra los reactivos y materiales (H ₂ SO ₄ , keroseno, combustóleo, etc.) deberá contar con un procedimiento que asegure el manejo adecuado de los mismos en planta ESDE II. Dicho procedimiento deberá estar validado por el Personal Técnico encargado de supervisar el cumplimiento de las especificaciones establecidas y autorizadas para el Proyecto. iii) Durante el suministro o descarga de los reactivos en planta ESDE II el Personal Técnico encargado de supervisar	Operación-mantenimiento.	Las medidas propuestas tienen como objetivo evitar daños al factor suelo, agua y a la salud de los empleados de manera directa e indirectamente a otros factores ambientales, por fallas en los equipos, infraestructura deficiente y malas prácticas por parte del personal. La implementación del Plan de contingencias tendrá el objetivo de proponer alternativas de solución, con el fin de prevenir o eliminar los riesgos que existen dentro	<ul style="list-style-type: none"> ✓ $CSC = 0$ ✓ $CAC = 0$ ✓ Donde CSC se refiere a cantidad en kg de suelo contaminado; CAC se refiere a cantidad en m³ de agua contaminada. ✓ $\frac{RPV}{RPG} \geq 0.60$; Donde RPV se refiere a residuos peligrosos valorizados y RPG se refiere a cantidad de residuos peligrosos generados; 0.30 se refiere a que del total de residuos peligrosos generados él se tiene como objetivo el valorizar el 30%. ✓ $\frac{RPG-RPV}{RPG} = RPD$; Donde RPV se refiere a residuos peligrosos valorizados y RPG se refiere a cantidad de residuos peligrosos generados; RPD se 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documentación y evidencia fotográfica de la ejecución del procedimiento para la descarga de reactivos. ✓ Evidencia fotográfica del etiquetado y señalética instalados a la infraestructura y equipos acorde a los criterios de la NOM-018-STPS-2015. ✓ Documentación y evidencia fotográfica de la implementación del plan de emergencia. ✓ Documentación (bitácoras, autorizaciones de prestadores de servicio y manifiestos) y evidencia fotográfica de la implementación del Plan de Manejo de Residuos (peligrosos, manejo especial y sólidos urbanos). ✓ Documentación (calendario, lista de acciones, bitácoras) y evidencia fotográfica de la ejecución del programa de mantenimiento a los sistemas de bombeo, tuberías y tanques de almacenamiento. ✓ Formatos para reportes de

Cuadro 6.1. Medidas de mitigación generales propuestas para el Proyecto, por impacto negativo significativo generado, tipo de medida, etapa por aplicar, objetivo, indicador y evidencia de cumplimiento.

Factor ambiental afectado	Indicador ambiental	Medida preventiva (MP), medida de mitigación (MM) y medida de compensación (MC)	Etapa en que se instrumentará	Objetivo de la medida	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento
		<p>el cumplimiento de las especificaciones establecidas y autorizadas para el Proyecto, deberá estar presente, para en caso de observar anomalías durante el suministro, estas sean atendidas y controladas para evitar una contingencia ambiental y de seguridad, que pongan en riesgo la integridad del personal.</p> <p>iv) Las tuberías, tanques y transporte de sustancias peligrosas deberán contar con el etiquetado y señalética acorde a la NOM-018-STPS-2015.</p> <p>v) Ejecutar el plan de manejo de residuos en sus tres categorías: peligrosos, manejo especial y residuos sólidos urbanos, mismo que deberá incluir acciones de prevención, manejo, almacenamiento, aprovechamiento y disposición final;</p> <p>vi) Elaborar e implementar un Programa de mantenimiento a sistemas de bombeo, tuberías, diques de contención y tanques de almacenamiento de las sustancias utilizadas y generadas en la planta ESDE II, con el objetivo de evitar fugas y derrames de las mismas sobre superficies que causen deterioro ambiental y afectaciones a la</p>		<p>de la planta. Minimizar el daño producido por la ocurrencia de un determinado evento de riesgo realizando las acciones necesarias y suficientes para impedir su agravamiento; y mitigar el daño ya producido a las personas y bienes de la comunidad, o la Compañía, mediante la pronta respuesta;</p>	<p>refiere a los Residuos Peligrosos a Disposición final con base al Reglamento de la LGPGIR.</p> <p>✓ $\frac{RSUV}{RSUG} \geq 0.20$; donde RSUV se refiere a los kg de residuos sólidos urbanos valorizados, RSUG se refiere a la cantidad total de residuos sólidos urbanos generados; 0.20 se refiere que a que del total de residuos sólidos urbanos generados se tiene como objetivo valorizar el 20%.</p> <p>HR = 0; donde HR se refiere a hallazgos Registrados sobre el mal manejo de residuos dentro de la verificación ambiental del proyecto.</p>	<p>emergencias y contingencias ambientales, el cual deberá incluir por lo menos la siguiente información: fecha y hora del incidente, lugar, nombre de la sustancia derramada y características, volumen derramado, superficie estimada afectada.</p> <p>✓ El sistema se reduzca a supervisión y vigilancia</p>

Cuadro 6.1. Medidas de mitigación generales propuestas para el Proyecto, por impacto negativo significativo generado, tipo de medida, etapa por aplicar, objetivo, indicador y evidencia de cumplimiento.

Factor ambiental afectado	Indicador ambiental	Medida preventiva (MP), medida de mitigación (MM) y medida de compensación (MC)	Etapa en que se instrumentará	Objetivo de la medida	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento
		<p>salud;</p> <p>vii) Adecuar la infraestructura que cuenta la planta ESDE II como lo es cárcamos, drenajes y diques de contención en áreas de manejo y almacenamiento de sustancias peligrosas de acuerdo a la actividad que se realice en dicho lugar, así como brindar mantenimiento periódico para evitar grietas y azolve por residuos;</p> <p>viii) Implementar sistemas de paro y arranque automático y manual en el manejo de soluciones, por área.</p> <p>ix) La planta en su proceso, generará un subproducto denominado "Lodos Anódicos", los cuales serán recogidos por empresas externas para su reprocesamiento ya que es la materia prima de algunos procesos. Estos lodos serán colocados en tambos con tapa, se trasladarán al área de entrega y se entregarán tapados, sellados y con su leyenda respectiva.</p> <p>MC:</p> <p>viii) en caso de derrame o afectación a este factor, se proseguirá a la caracterización y en su caso remediación del sitio acorde a la legislación ambiental vigente (LGEEPA, LGPGIR, y</p>				

Cuadro 6.1. Medidas de mitigación generales propuestas para el Proyecto, por impacto negativo significativo generado, tipo de medida, etapa por aplicar, objetivo, indicador y evidencia de cumplimiento.

Factor ambiental afectado	Indicador ambiental	Medida preventiva (MP), medida de mitigación (MM) y medida de compensación (MC)	Etapas en que se instrumentará	Objetivo de la medida	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento
		Ley de Responsabilidad Ambiental). ix) En caso de presentarse alguna contingencia durante la operación de cualquiera de las áreas operativas de la planta ESDE II, se aplicara el Plan de contingencias con el que se cuenta (Anexo 6.1).				
Agua	Consumo de agua	MP y MM: i) Obtención de permisos para concesión de pozos para la extracción del recurso; ii) Uso eficiente del recurso a través de campañas de cuidado, dentro de las instalaciones; iii) Reúso y recirculación del agua durante el proceso.	Operación-mantenimiento	Optimizar el uso de agua durante el proceso operativo con la finalidad de tener un menor consumo del recurso; además se pretende concientizar al personal con el uso racional y cuidado del agua.	No aplica.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Concesión para la extracción de agua. ✓ Registro del consumo de agua. ✓ Documentación del proceso de recirculación del agua durante el proceso, tales como bitácoras y evidencia fotográfica. ✓ Evidencia fotográfica de las pláticas informativas y/o señalética para la concientización del uso racional del agua.
Paisaje	Calidad paisajística Fragilidad visual	MM y MC: i) Implementar un programa de abandono que incluya actividades de restauración y revegetación, una vez se haya retirado estructuras, así como también hacer limpieza del sitio (retiro de todo tipo de residuos generados durante el Proyecto); descompactación de suelo.	Abandono del sitio	Reincorporar la superficie del proyecto a su entorno, regresando las aportaciones ambientales que el sitio tenía al ecosistema.	ES/EE≥0.90 donde ES se refiere a las especies sembradas; EE a las especies existentes antes de la construcción del proyecto de acuerdo al inventario forestal. SL/STI=1; donde SL se refiere a la superficie liberada por concluirse las actividades de restauración; STI se refiere a la superficie total impactada por el	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documentación de las actividades de restauración que se apliquen, dichos documentos avalados por el técnico forestal que se asigne al proyecto, donde se incluyen bitácoras de campo, memoria fotográfica, etc. ✓ Informe del Programa de Restauración del Sitio. ✓ Informe final del Cierre de las actividades y obras mineras.

Cuadro 6.1. Medidas de mitigación generales propuestas para el Proyecto, por impacto negativo significativo generado, tipo de medida, etapa por aplicar, objetivo, indicador y evidencia de cumplimiento.

Factor ambiental afectado	Indicador ambiental	Medida preventiva (MP), medida de mitigación (MM) y medida de compensación (MC)	Etapas en que se instrumentará	Objetivo de la medida	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento
					proyecto.	
Socio económico	Deterioro en la salud de los empleados por las actividades ejecutadas durante el proceso.	MP: i) Proporcionar equipo de protección personal; ii) Contratar personal especializado; iv) Todo el personal contratado contará con seguro social.	Operación-mantenimiento Abandono del sitio	Evitar afectaciones y deterioro en la salud de los empleados por falta de seguridad en la ejecución de los trabajos, así como evitar la ocurrencia de accidentes por malas prácticas.	PCP=100%; Donde PCP se refiere al seguimiento del Programa de Capacitación al Personal.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evidencia y registro del buen estado del equipo de protección personal otorgado a los empleados. ✓ Programación y asistencia a las capacitaciones. ✓ Alta de los empleados ante el seguro social.
Todos	Desempeño ambiental incorrecto o deficiente del proyecto si se tiene falta de supervisión del mismo.	MP: i) Designar personal técnico encargado de supervisar el cumplimiento de las especificaciones establecidas y autorizadas para el Proyecto; ii) Implementar un programa de monitoreo, y vigilancia ambiental, para dar y evaluar el cumplimiento de las medidas establecidas en el presente Capítulo así como las que establezca la autoridad resultado de la evaluación y autorización del presente Proyecto, ejecutando el Programa de Vigilancia Ambiental propuesto en el Capítulo VII.	Todas	El personal asignado tendrá la capacidad técnica necesaria para identificar aspectos críticos desde el punto de vista ambiental, así como para tomar decisiones y establecer las acciones que aseguren el cumplimiento de las especificaciones contenidas en el presente estudio y las que se deriven su evaluación. La ejecución del programa de manejo ambiental tendrá como objetivo general,	SPVMA=100%; donde SPVMA se refiere a seguimiento al programa de vigilancia y monitoreo ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evidencia documental y de campo de la supervisión, para lo cual se implementarán formatos de registro que ya el complejo minero tiene tales como: ✓ Matriz de registro de áreas de oportunidad y planes de acción para subsanar estas medidas ✓ Matriz de entrega y recepción de evidencias de cumplimiento al Programa de Vigilancia y Monitoreo Ambiental. ✓ Informe del PVA. ✓ Programa de Contingencia Ambiental; Informe mensual de ejecución.

Cuadro 6.1. Medidas de mitigación generales propuestas para el Proyecto, por impacto negativo significativo generado, tipo de medida, etapa por aplicar, objetivo, indicador y evidencia de cumplimiento.

Factor ambiental afectado	Indicador ambiental	Medida preventiva (MP), medida de mitigación (MM) y medida de compensación (MC)	Etapa en que se instrumentará	Objetivo de la medida	Indicador de desempeño	Evidencia de cumplimiento
				verificar el cumplimiento de las medidas de mitigación, así como de los términos y condicionantes establecidos en el Resolutivo emitido como resultado de esta MIA.		
Todos	Afectación de los componentes del ambiente por faltas de comunicación, capacitación y concientización.	MP: i) Implementar un programa de concientización ambiental, el cual involucre la capacitación a los actores involucrados de todos los temas de importancia tales como el conocer los propios procedimientos o estándares ambientales con que ya se cuentan para asegurar el desempeño ambiental, dando a conocer las restricciones y precauciones que se deben de tener a lo largo del proyecto y en sus diferentes etapas.	Todas	Dar a conocer a todos los involucrados en el proyecto por mínima que sea su aportación, cada uno de los lineamientos ambientales que se deben de seguir en todas las etapas del proyecto.	DRVA=0; donde DRVA se refiere a desviaciones, hallazgos o áreas de oportunidad detectadas en los recorridos de verificación ambiental. HCR/HCP≥1; donde HCR se refiere a horas de capacitación registradas; HCR se refiere a horas de capacitación programadas.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Calendarios de la programación de pláticas informativas y cursos. ✓ Registro de asistencia del personal a los cursos y pláticas calendarizadas ✓ Registro de verificaciones en campo, donde se visualizara la aplicación del programa de concientización ambiental.

VI.2. Impactos residuales

De acuerdo con SEMARNAT (2011), los impactos residuales se definen como aquellos impactos que persisten en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación incorporadas sistemáticamente en el Proyecto. Los que podrían persistir, serían aquellos impactos que carecen de medidas correctivas, los que sólo se mitigan de manera parcial o los que no alcanzan el umbral suficiente para poder aplicar alguna medida de compensación. Los impactos residuales, presentan sus efectos sobre el ambiente, dependiendo de las acciones que le dan origen. Por su parte, Estevan (1999) define a los impactos residuales, como aquellos que, pese a la aplicación de otras alternativas y medidas correctivas, no pueden ser eliminados en su totalidad, debido a limitaciones de tecnología, costos excesivos, o a incompatibilidad con los objetivos del Proyecto.

Cabe mencionar que cada impacto residual, presenta efectos sobre los elementos del ambiente, dependiendo en gran medida de las acciones que le dan origen. El proceso de selección de los impactos residuales ha considerado las interacciones adversas que al aplicar una medida de mitigación, su impacto residual recae en la categoría de significativo o medianamente significativo, descartando aquellas interacciones en las cuales el impacto residual se convierte en irrelevante.

De acuerdo a las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas en el presente documento para los impactos adversos identificados en el Capítulo V, así como el tipo de actividades que involucra, tiempo de vida útil y el giro del Proyecto, **se identifican impactos residuales significativos**, principalmente en los factores ambientales: suelo y paisaje. Sin embargo en el caso de los factores antes mencionados si son realizadas las actividades de limpieza, restauración y reforestación del sitio, una vez terminada la vida útil del proyecto, este puede alcanzar en medio plazo sus características de origen, por lo que la restauración y reforestación de esta área contribuiría a restablecer la vegetación de origen.

El factor paisaje es alterado por la introducción de elementos de origen antropogénico, tales como infraestructura y vialidades que contribuyen a la fragilidad visual, mientras que la calidad paisajística se mantendría en un perfil de bajo a medio con

elementos poco característicos del ecosistema (sobresaliendo los de origen antrópico); aunque estos elementos pueden ser subjetivos (dado que depende del punto de vista de cada espectador) existen medidas de prevención y mitigación que integren los diferentes agentes externos al Sistema Ambiental.

Cuadro 6. 2. Impactos residuales del Proyecto y sus posibles medidas de mitigación y compensación a ejecutar durante la etapa de abandono del sitio.

Componente ambiental	Indicador ambiental	Efecto Residual	Medida de Compensación	Objetivo
Suelo	Ocupación y uso de suelo.	Alteración de las propiedades físicas y químicas del suelo.	Reforestación de superficies abiertas con vegetación de la región. Ejecución de un Programa de Recuperación y Restauración de Suelo.	La ejecución de las actividades de recuperación de suelo, restauración y reforestación devolverán en lo posible el aspecto original del suelo, sin embargo deberá pasar un tiempo significativo para poder recobrarlas.
Paisaje	Calidad paisajística y fragilidad visual	Disminución de la calidad paisajística por la introducción de elementos antropogénico, disminuyendo la cuenca visual y restando elementos naturales (vegetación, suelo, fauna, cuerpos superficiales de agua).	Ejecución en tiempo y forma del Programa de Abandono del sitio que incluirá actividades de revegetación y reforestación con especies nativas; además del retiro de estructuras y limpieza del sitio.	Reducir los efectos sobre la calidad paisajística y fragilidad visual del paisaje dentro del sitio, así como recobrar elementos naturales tales como el suelo, vegetación, mejora en la calidad de aire, presencia de fauna, mismos que propiciarán una reintegración del ecosistema y una recuperación de los servicios ambientales.

CAPÍTULO VII

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Modalidad Particular del Proyecto "ESDE II" ubicado en el municipio de Cananea, Sonora.



CONTENIDO

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	4
VII.1. Pronóstico del escenario	4
VII.2. Descripción y análisis de la proyección para minimizar los impactos en todos los factores ambientales	5
VII.2.1. Descripción y análisis de la proyección del factor ambiental: Aire	5
VII.2.2. Descripción y análisis de la proyección del factor ambiental: Suelo	6
VII.2.3. Descripción y análisis de la proyección del factor ambiental: Agua	7
VII.2.4. Descripción y análisis de la proyección del factor ambiental: Vegetación.....	7
VII.2.5. Descripción y análisis de la proyección del factor ambiental: Fauna	8
VII.2.6. Descripción y análisis de la proyección del factor ambiental: Paisaje	8
VII.3. Escenarios de emisiones y cambio climático en el Sitio del Proyecto	12
VII.4. Programa de Vigilancia Ambiental.....	17
VII.4.1. Objetivo general	18
VII.4.2. Estrategia de ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental	19
VII.4.3. Rubros de inspección.....	19
VII.4.4. Días de inspección	19
VII.4.5. Ejecución de la inspección.....	20
VII.4.6. Medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación comprometidas en la Manifestación de Impacto Ambiental.	20
VII.4.7. Evidencias de ejecución, evaluación y presentación de resultados.	20
VII.5. Conclusión	22

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 7. 1. Análisis de Pronósticos Ambientales que se tendrían para Proyecto, considerando al sitio si no se realiza el Proyecto “ESDE II”, con el Proyecto sin aplicarle medidas de mitigación y con la aplicación de las medidas de mitigación.....	10
Cuadro 7. 2. Escenarios de emisiones GEI para el Sitio del Proyecto.	13

INDICE DE FIGURAS

Figura 7. 1. Escenarios de GEI respecto a las variaciones en parámetros climatológicos de precipitación pluvial.....	15
Figura 7. 2. Escenarios de GEI respecto a las variaciones en parámetros climatológicos de temperatura.....	16

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1. Pronóstico del escenario

En este capítulo se presenta el análisis del escenario ambiental resultante al evaluar el **Proyecto “ESDE II”** (enseguida referido como el Proyecto), ubicado en el municipio de Cananea, Sonora, con la proyección de la acción de las medidas correctivas o de mitigación por ejecutar, las cuales fueron descritas en el Capítulo VI, a partir de los impactos ambientales relevantes identificados y descritos previamente en el Capítulo V de esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular (MIA-P).

Se toma como base el escenario ambiental obtenido en los apartados anteriores (escenario actual, Capítulo II y IV) para construir el escenario final, considerando para ello la dinámica de las actividades y elementos del Proyecto, en función de la intensidad y permanencia de impactos ambientales residuales, de los mecanismos de autorregulación y estabilización de los ecosistemas que pudieran contrarrestarlos.

El pronóstico detallado para el escenario proyectado, describe las características por factor ambiental (aire, suelo, agua, y paisaje) y por los indicadores ambientales afectados debido a la naturaleza del Proyecto, con base a lo descrito en los Capítulos IV, V y VI de este documento.

A continuación, se describirá la proyección de cada escenario, con la finalidad de lograr una perspectiva de la situación, con relación a los aspectos ambientales. La ejecución del Proyecto no implica un número importante de impactos significativos, del 100% de los impactos identificados como adversos, el 88% de ellos tendrán una significancia moderada, mientras que el 8% se clasifica como de significancia alta, aplicándose también las correspondientes medidas de mitigación, descritas en el capítulo VI del presente estudio,

donde los impactos negativos se ven reflejados de manera directa y temporal sobre los factores suelo, agua y aire.

VII.2. Descripción y análisis de la proyección para minimizar los impactos en todos los factores ambientales

Para minimizar los impactos ambientales generados por incumplimiento de la normatividad ambiental aplicable al Proyecto, así como incumplimiento de las medidas de mitigación, términos y condicionantes establecidos en el Resolutivo emitido como resultado de la evaluación del presente estudio para las etapas del Proyecto, se implementará un **programa de *vigilancia ambiental***, el cual involucre la capacitación a los actores involucrados de todos los temas de importancia, tales como el conocer los propios procedimientos o estándares ambientales con que ya se cuentan para asegurar el desempeño ambiental, dando a conocer las restricciones y precauciones que se deben de tener a lo largo del proyecto y en sus diferentes etapas, establecidas por el Promoviente así como leyes, normas y reglamentos aplicables; además de las medidas específicas propuestas en este documento y las que resulten de la evaluación y dictamen por parte de la autoridad.

VII.2.1. Descripción y análisis de la proyección del factor ambiental: Aire

La calidad del aire puede verse afectada por la emisión de neblinas ácidas a la atmosfera o por la emisión de O_2 , lo anterior como parte del proceso de la extracción de solventes y electrodeposición para la obtención de cobre; por otro lado, la generación de polvos como producto del acondicionamiento de los cátodos y el incremento en el nivel de ruido por la operación de equipos, así como la circulación de vehículos a las áreas de descarga de insumos y caminos circundantes a la planta ESDE II, pueden disminuir la calidad de aire y en consecuencia causar afectaciones al personal operativo de las áreas del Proyecto. De los impactos anteriormente mencionados, las neblinas ácidas y las emisiones a la atmósfera pueden tener un efecto sinérgico en el caso de no ejecutar las medidas necesarias para contrarrestarlos o mitigarlos. Sin embargo, la Promoviente ejecuta las

medidas de mitigación considerando la normatividad ambiental vigente en la materia, implementando un sistema de recuperación de gases (neblinas ácidas), así como los monitoreos correspondientes para no sobrepasar límites máximos permisibles de emisión a la atmosfera. Además se mantendrá el programa de capacitación y equipo de protección personal a los operadores para el mejor desempeño de los mismos sobre los equipos y salvaguardar su seguridad durante la operación del Proyecto. Con relación al ruido, se mantendrá el programa de monitoreo periódico del ruido ambiental. Todas estas acciones estarán encaminadas a evitar emisiones por arriba de los límites permisibles, evitar la generación de polvos y de disminuir el nivel de ruido.

VII.2.2. Descripción y análisis de la proyección del factor ambiental: Suelo

Dentro del Sistema Ambiental (SA) y Sitio del Proyecto los suelos se han sometido a diferentes cambios físicos y químicos, lo anterior dada su ocupación y uso de suelo para actividades mineras. Es importante mencionar, que actualmente el Sitio del Proyecto no presenta cobertura vegetal, sin embargo, en el SA se observa aun vegetación tipo Bosque de Encino con vegetación arbustiva secundaria y Pastizal Natural.

Con la operación continua del Proyecto, se mantendrá la tendencia de ocupación y de uso de suelo, sin embargo la Promovente contempla como medida compensatoria la restauración de la superficie una vez terminada la vida útil del Proyecto, de esta manera no solo se busca la compensación de la superficie, sino la recuperación del ecosistema.

Por otra parte la operación del Proyecto involucra manejo de sustancias peligrosas (tóxicas, inflamables, corrosivas, etc.), mismas que pueden desencadenar susceptibilidad de contaminación en el suelo, por lo que se aplican medidas preventivas, como los programas de mantenimiento de equipos, sistemas de bombeo, tuberías, etc., el uso de recubrimientos de goma de los mismos, así como la impermeabilización en algunas áreas donde el uso de sustancias es mayor; además de la implementación de planes de emergencia, programas de capacitación al personal, el uso de equipo de protección personal, etc.

Para evitar la afectación al suelo por la generación de residuos, se implementa el Plan de Manejo de Integral de Residuos que incluye el manejo, almacenamiento, transporte

y disposición de los tres tipos de residuos generados: (i) Residuos Peligrosos, (ii) Residuos de Manejo Especial y (iii) Residuos de Sólidos Urbanos.

Otras medidas a realizarse una vez terminada la vida útil del Proyecto serán el retiro de equipos, limpieza de sitio, y las actividades de restauración y revegetación con especies nativas del sitio, para volver al suelo a sus condiciones características.

VII.2.3. Descripción y análisis de la proyección del factor ambiental: Agua

Dentro del SA y el sitio del Proyecto, no existen cuerpos continentales. Se han detectado algunos almacenamientos pequeños y aislados de agua superficial para uso pecuario. Los cuerpos de agua identificados al Este del Sitio del Proyecto, son repesos construidos para la captación de solución rica del proceso de lixiviación en terreros, la cual se conduce a las plantas ESDE I y II. Además de la actual presa de jales de Buenavista del Cobre, en donde se manejan y recirculan importantes volúmenes de agua de proceso.

La operación del Proyecto puede involucrar algunas modificaciones al factor agua, mismas que se ven reflejadas sobre indicadores como son el consumo de agua y la susceptibilidad de contaminación a cuerpos superficiales. Sin embargo, la Promovente ejecutara medidas de prevención y mitigación para cada uno de ellos, tales como campañas para el ahorro y cuidado del agua, recirculación del agua utilizada en el proceso, así como la implementación del Plan de Manejo de Residuos (peligrosos, manejo especial y sólidos urbanos) con el que se busca evitar afectaciones a cuerpos de agua dentro del sitio. Es importante mencionar que si no se aplican estas medidas de mitigación, los impactos expuestos pueden ser considerados acumulativos y/o sinérgicos.

VII.2.4. Descripción y análisis de la proyección del factor ambiental: Vegetación

En el SA la vegetación natural es Bosque de Encino con vegetación arbustiva secundaria y Pastizal Natural, mientras que la superficie del SP no presenta cobertura vegetal dado el uso de suelo y ocupación que actual e históricamente tiene el sitio y que es de uso minero, por lo tanto, dentro del sitio del Proyecto no se encuentran especies listadas

en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o endémicas. Para este factor ambiental (vegetación) NO fue realizada por tanto una evaluación de impactos.

VII.2.5. Descripción y análisis de la proyección del factor ambiental: Fauna

De acuerdo a las condiciones actuales del Sitio del Proyecto y la fragmentación existente en el SA producto de las actividades humanas, que ha desencadenado una serie de modificaciones en los procesos ecológicos y por consecuencia ha impactado en los factores ambientales, se ha observado que dentro del SP no existen avistamientos, presencia, ni sitios de anidación de especies de fauna silvestre. Por ello, para este factor ambiental NO se detectaron impactos, sin embargo la Promovente plantea medidas preventivas para su conservación, mismas que se describen en el Capítulo VI del presente documento.

VII.2.6. Descripción y análisis de la proyección del factor ambiental: Paisaje

El paisaje dentro del SA y SP presenta perturbación, donde resaltan más los elementos de origen antrópico y que están dados por las actividades del complejo minero metalúrgico y el desarrollo local de las zonas urbanas aledañas al mismo.

Dentro del SP la cuenca visual es abierta, ya que a los alrededores se puede observar principalmente la infraestructura, vialidades, y el desarrollo de las actividades mineras, por lo que su calidad paisajística es considerada de media-baja por carecer de elementos naturales como es la cobertura vegetal, presencia de cuerpos naturales de agua, etc. Con lo que respecta a la fragilidad visual del paisaje depende del factor que se tome en cuenta (biótico o abiótico), sin embargo es evidente la transformación a la que está sujeta el área de estudio pasando de un paisaje natural a un paisaje urbano-industrial. Por esta razón NO se consideró la evaluación de impactos para este factor durante la etapa de operación-mantenimiento.

Sin embargo el impacto hacia este factor ambiental es considerado como residual, no por la falta de medidas de prevención, mitigación o compensación, sino por el tipo de actividades y el tiempo de vida útil del proyecto, por lo que la Promovente ejecutará una vez

terminada la vida útil del Proyecto la restauración y limpieza del SP durante la etapa de abandono del sitio, con lo que se busca restablecer las condiciones naturales del ecosistema y la recuperación de los servicios ambientales que este ofrece.

En el **Cuadro 7.1** se presenta un análisis comparativo de los pronósticos ambientales, considerando la proyección de cada escenario: [i] sin proyecto; [ii] con proyecto, sin aplicar medidas de prevención, mitigación ni compensación; y [iii] con proyecto, aplicando medidas de prevención, mitigación y compensación.

Cuadro 7. 1. Análisis de Pronósticos Ambientales que se tendrían para Proyecto, considerando al sitio si no se realiza el Proyecto “ESDE II”, con el Proyecto sin aplicarle medidas de mitigación y con la aplicación de las medidas de mitigación.

Factor Ambiental	Pronósticos Ambientales		
	Sin Proyecto	Con proyecto, sin medidas de mitigación	Con proyecto, con medidas de mitigación
Aire	<p>La contaminación atmosférica depende en mayor parte de las actividades humanas las cuales son intensificadas o disminuidas por las condiciones climáticas. La calidad del aire en el SPy dentro del SA puede ser considerada como aceptable, sin embargo es de relevancia considerar la actividad minera y urbana que es realizada a inmediaciones del SP. Estas actividades son causantes de las emisiones de gases de efecto invernadero, incremento en los niveles de ruido, así como en la generación de partículas (polvos), que no solo alteran la calidad del aire y el resto de los factores ambientales, sino también pueden causar malestares entre la población.</p>	<p>Sin las medidas de prevención y mitigación propuestas puede afectarse de manera severa la calidad del aire, no solo del sitio del Proyecto, sino también dentro del Área de Influencia y el SA, contribuyendo al efecto invernadero y ser causa de enfermedad de los pobladores.</p> <p>Por otra parte, la actividad minera y la cercanía de la zona urbana, así como caminos y carreteras al sitio del Proyecto, puede surgir un efecto acumulativo y sinérgico con la ejecución de las actividades de operación del Proyecto, deteriorando la calidad del aire y por consecuencia daños a la salud.</p> <p>El escenario sin la ejecución de medidas de mitigación acelera los efectos del calentamiento global y por consecuencia la disminución de la calidad de vida de la población al ser más susceptibles a enfermedades.</p>	<p>Las medidas de mitigación propuestas prevendrán y mitigaran los efectos causados por la emisión de neblinas acidas, así como el uso de las maquinarias y equipos dentro del sitio del Proyecto, por lo que la implementación de un sistema de lavado de gases, el mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria, así como la aplicación de la normatividad en materia de emisiones, son solo algunas de las medidas a ejecutar para contrarrestar los efectos adversos.</p> <p>Para el caso de la generación de polvos (partículas suspendidas) se implementará un sistema de minimización de los mismos para atenuar los efectos causados por dichos indicadores.</p> <p>Además a largo plazo con las actividades de restauración y limpieza se pretende devolver al sitio características importantes para su restablecimiento y mejora en la calidad del aire.</p>
Suelo	<p>El suelo ha sido afectado por el uso minero desde hace algunos años, en conjunto con otras actividades de origen antrópico como son el crecimiento poblacional y el desarrollo local, actividades que siguen predominando en el SP y SA, disminuyendo así su cobertura vegetal y modificando algunas de sus características fisicoquímicas, relieve, morfología, además de hacerlos más susceptibles a fenómenos como la erosión y la posible contaminación.</p>	<p>El suelo al tener un uso y ocupación por la actividad minera es idóneo al deterioro y a la alteración de algunas de sus propiedades, mismas que pueden ser acumulativas y sinérgicas, no solo por ejecutarse actividades (antropogénicas) dentro del SP sino también en áreas aledañas. Dada la situación, las actividades a desarrollar en el Proyecto pueden causar riesgo de contaminación (derrames) alterando las propiedades físicas y químicas del suelo, por agentes externos como hidrocarburos, sustancias y materiales químicos y/o residuos involucrados con el desarrollo del Proyecto durante la etapa operativa y abandono del mismo.</p>	<p>La delimitación del Proyecto es la primera actividad a considerar, esto con la finalidad de no causar afectaciones a áreas circundantes; además como medida de compensación se propone la reforestación de un área aledaña al SP para restablecer el ecosistema; mientras que para la susceptibilidad a la contaminación del suelo será prevenida y mitigada a través de programas de mantenimiento a equipos, tuberías, y tanques de almacenamiento de sustancias, además de brindar capacitación al personal de operación y proporcionar el equipo de protección personal para ejecutar las actividades; también se colocara señalética acorde a normatividad vigente para la identificación y conocimiento de las sustancias peligrosas, así como la implementación del Plan de Manejo de Residuos en cada una de las etapas del Proyecto.</p>

Cuadro 7. 1. Análisis de Pronósticos Ambientales que se tendrían para Proyecto, considerando al sitio si no se realiza el Proyecto “ESDE II”, con el Proyecto sin aplicarle medidas de mitigación y con la aplicación de las medidas de mitigación.

Factor Ambiental	Pronósticos Ambientales		
	Sin Proyecto	Con proyecto, sin medidas de mitigación	Con proyecto, con medidas de mitigación
Agua	<p>No existen cuerpos continentales mayores en el SA, ni en el sitio del Proyecto. Se han detectado algunos almacenamientos pequeños y aislados de agua superficial para uso pecuario. Los cuerpos de agua identificados al Este del Sitio del Proyecto, como represas se han todos construido para el proceso minero, asociados a la lixiviación en terreros (de mineral ROM y mineral triturado), a las plantas ESDE I y II, así como la actual presa de jales de Buenavista del Cobre, en donde se manejan y recirculan importantes volúmenes de agua de los procesos metalúrgicos.</p>	<p>Con la entrada en operación del Proyecto, se perciben como indicadores de impacto el consumo de agua y la susceptibilidad de contaminación a cuerpos superficiales aledaños al SP, lo anterior sería como consecuencia de la explotación del recurso y de las malas prácticas para su consumo y cuidado, además el uso de sustancias consideradas peligrosas y un posible derrame de las mismas pueden deteriorar este factor.</p>	<p>Con la finalidad de evitar afectaciones a este factor, la Promovente implementara medidas preventivas y de mitigación para los impactos previstos, destacando los programas de concientización para uso y consumo razonable del agua, además de recircular parte el agua dentro del proceso con el objetivo de reusar y ahorrar un consumo excesivo del mismo.</p> <p>Respecto a la susceptibilidad de la contaminación de aguas superficiales, estos impactos se evitarán aplicando las medidas necesarias que prohíben arrojar cualquier tipo de residuo sólido y líquido a escurrimientos, así como realizar un adecuado manejo y disposición de los residuos peligrosos, de manejo especial, así como para el almacenamiento de combustibles, lo anterior ejecutando el Plan de Manejo de Residuos en tiempo y forma.</p>
Paisaje	<p>De manera general el paisaje dentro del SA, y SP presenta una calidad paisajística media-baja, donde los elementos antrópicos son más sobresalientes que los de origen natural, propiciando de esta manera vulnerabilidad en la fragilidad visual.</p> <p>La cuenca visual es abierta en todo el SP, mismo que es delimitado con las instalaciones del complejo industrial de Buenavista del Cobre.</p> <p>En contexto general, el paisaje del SA y SP presenta una transición que evidencia la entrada de elementos industriales y urbanos impulsados por la demanda en el mercado y por el crecimiento de la población y en consecuencia la demanda de servicios.</p>	<p>El paisaje dentro del SP estaría dominado por la instalación y operación del Proyecto, que al no considerar medidas de prevención y mitigación para cada uno de los factores ambientales (aire, suelo, agua, flora y fauna), pueden contribuir al desequilibrio del mismo disminuyendo la calidad paisajística y aumentando la fragilidad visual del SP, además que el deterioro de los factores como son la calidad del aire, la susceptibilidad de contaminación al suelo y cuerpos superficiales, así como la degradación de la especies y la perturbación del hábitat pueden dirigir a fuertes problemas de salud entre la población aledaña.</p>	<p>Todas las actividades se harán cumpliendo con la normatividad aplicable vigente y llevando a cabo las acciones propuestas en el Capítulo VI, así como las que establezca la autoridad en el resolutive resultado de la evaluación del presente documento. Terminada la vida útil del Proyecto se buscará mitigar este impacto al paisaje con las medidas compensatorias establecidas para la recuperación y restauración ecológica que incluya, restauración y uso posterior del sitio, con actividades de limpieza, cuyo objetivo será que el ecosistema tenga una recuperación gradual.</p>

VII.3. Escenarios de emisiones y cambio climático en el Sitio del Proyecto

México tiene características geográficas y sociales que lo colocan como uno de los países más vulnerables a los efectos del cambio climático, por esta razón el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) hace mención a los escenarios de emisiones que proyectan las concentraciones de gases de efecto invernadero (SRES) contemplando diversas hipótesis relativas al desarrollo socioeconómico del planeta.

Los escenarios de cambio climático son una representación estimable y simplificada del clima futuro, basados en un conjunto de relaciones climatológicas, que se construyen para ser utilizados de forma explícita en la investigación de las consecuencias potenciales del cambio climático antropogénico, y que sirven a menudo de insumo para las simulaciones de los impactos. Estos escenarios no son considerados pronósticos climáticos, ya que cada escenario es una alternativa de cómo se puede comportar el clima futuro¹.

Además, el conocer los escenarios proporciona importantes ideas sobre los vínculos existentes entre la calidad del medio ambiente y el tipo de desarrollo elegido, por otra parte sirven para evaluar las consecuencias climáticas y medioambientales de las emisiones futuras de gases de efecto invernadero (GEI), estrategias de mitigación, y adaptación de alternativas.

Para el estado de Sonora lugar donde se pretende ejecutar el Proyecto, se conocen tres escenarios de emisiones de GEI: *Cercano* (2015-2016), *Intermedio* (2045-2069) y *Lejano* (2075-2099), los cuales consideran variaciones de parámetros climatológicos como son la precipitación total anual y la temperatura promedio anual; el **Cuadro 7.2** muestra las variaciones de los parámetros mencionados y contemplan diversas hipótesis relativas al desarrollo socioeconómico proyectadas para el área de interés².

¹ Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático: <http://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/cambio-climatico-en-mexico>.

² Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático: http://www2.inecc.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_sonora.html

Cuadro 7. 2. Escenarios de emisiones GEI para el Sitio del Proyecto.

Escenarios de emisiones GEI	Cercano	Intermedio	Lejano
Precipitación total anual	Disminuirá entre 0 y 10%. Esta disminución es dada por las emisiones <i>media-alta</i> , originadas por el rápido crecimiento económico regional con la introducción de tecnologías nuevas y eficientes, existiendo un balance entre el uso de fuentes de energía fósil y no fósil.	Variara entre +5 y -10%. Para este escenario se mantiene la generación de emisiones <i>media-alta</i> y hay un ligero aumento de las emisiones consideradas <i>baja</i> , estas últimas están orientadas hacia la protección ambiental y la igualdad social que se enfoca en niveles locales y regionales a través de soluciones locales para la economía, sociedad y ambiente sustentable.	Disminuirá entre +5 y -15%. Dentro de este escenario existirá un equilibrio en la generación de emisiones <i>media-alta</i> y <i>baja</i> , en respuesta a la tendencia del crecimiento económico se busca la introducción de tecnologías eficientes orientadas a la sustentabilidad, ya que se busca un equilibrio entre lo ambiental, económico y la igualdad social en niveles locales y regionales.
Temperatura media anual	Aumentará entre 1.0 y 2.0 °C. Este aumento es influenciado por emisiones <i>media-alta</i> al igual que la precipitación, están son originadas por el rápido crecimiento económico regional con la introducción de tecnologías nuevas y eficientes, existiendo un balance entre el uso de fuentes de energía fósil y no fósil.	Aumentará entre 1.5 y 3.0 °C. Este aumento es influenciado por las emisiones consideradas <i>media-alta</i> , que como ya ha sido mencionado son originadas por el crecimiento económico con la introducción de tecnologías nuevas y eficientes.	Aumentará entre 3 y 5 °C. Para este periodo, el aumento a la temperatura se mantendrá dadas las emisiones Altas, provocadas por el constante crecimiento de la población y el desarrollo económico de la región, sin embargo el cambio tecnológico será fragmentado y lento en comparación con otros escenarios.

Los diferentes escenarios expuestos están influenciados por las actividades de origen antrópico, por ejemplo, la minería, agricultura, ganadería, crecimiento poblacional, entre otras, que han aumentado los volúmenes y la proporción de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmosfera, lo que se refleja en las variaciones de parámetros climatológicos tales como la precipitación pluvial (**Figura 7.1**) y la temperatura (**Figura 7.2**). Dadas estas variaciones se prevén amenazas en todo el estado (Sonora), donde indicadores como la sequía y olas de frío y calor serán los más susceptibles a presentarse causando afectaciones no solo a factores ambientales, sino también a la población y en su defecto impactos al sector económico.

Específicamente algunos sectores serán mayormente vulnerables a los escenarios de GEI, tales como: *i) agua*, donde la disponibilidad del recurso será baja y el grado de presión es fuerte (78%) por la demanda de procesos productivos, tecnológicos y sociales; *ii) la sequía*, presentándose índices más graves de fuerte a muy severa aumentando en un 30%; *iii) centros urbanos*, exacerbando el efecto del cambio climático por la alta concentración demográfica y la productividad industrial; *iv) agricultura*, la producción intensiva origina una gran demanda entrando en competencia con los centros urbanos demandando un mayor suministro que se incrementara con la disminución de las precipitaciones; *v) vegetación*, existe un descontrol debido a la deforestación y erosión de los suelos, disminuyendo la superficie con vegetación natural y *vi) salud*, donde se tienen altos índices de mortalidad por golpes de calor en la población (como antecedente se tienen registros de mortalidad de 1979-2003 por incrementos en un grado centígrado en la temperatura).

La importancia de identificar los sectores vulnerables de los GEI y las fuentes emisoras, sirven como base para el diseño de políticas y acciones de captura o reducción de emisiones. Por esta razón, la Promovente incluye medidas de prevención, mitigación y compensación para reducir las emisiones de GEI, así mismo el Proyecto será diseñado y actuara conforme a los lineamientos en materia ambiental planteando enfoques de sustentabilidad (social, económica y ambiental) que permitan prevenir afectaciones a especies y poblaciones, mantener los niveles de presión actual y evitar una degradación del ecosistema.

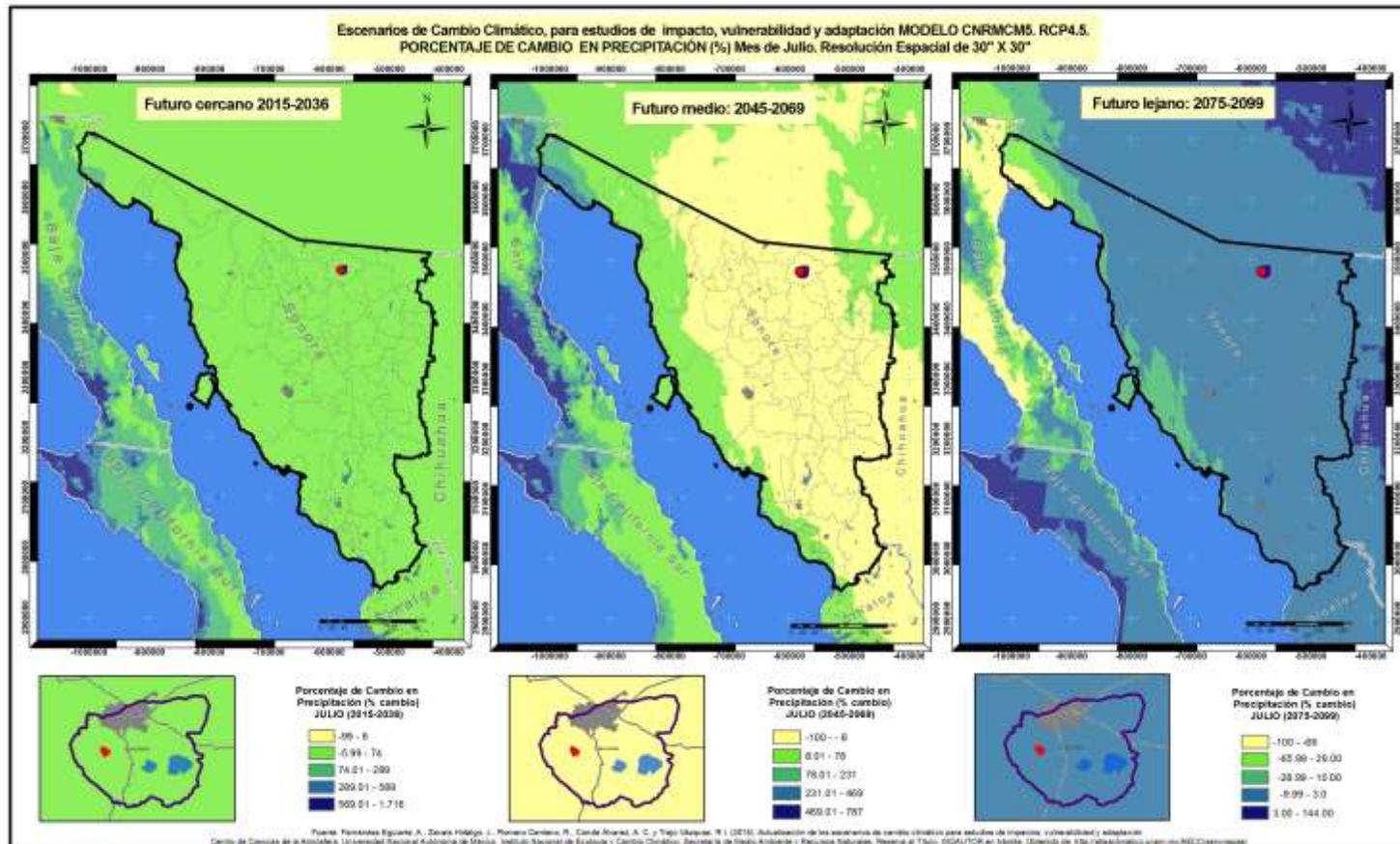


Figura 7. 1. Escenarios de GEI respecto a las variaciones en parámetros climatológicos de precipitación pluvial³.

³Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales, Centro de Ciencias de la Atmósfera UNAM: http://www2.inecc.gob.mx/cgacc/escenarios_cu/act_escenarios.html; Año 2016.

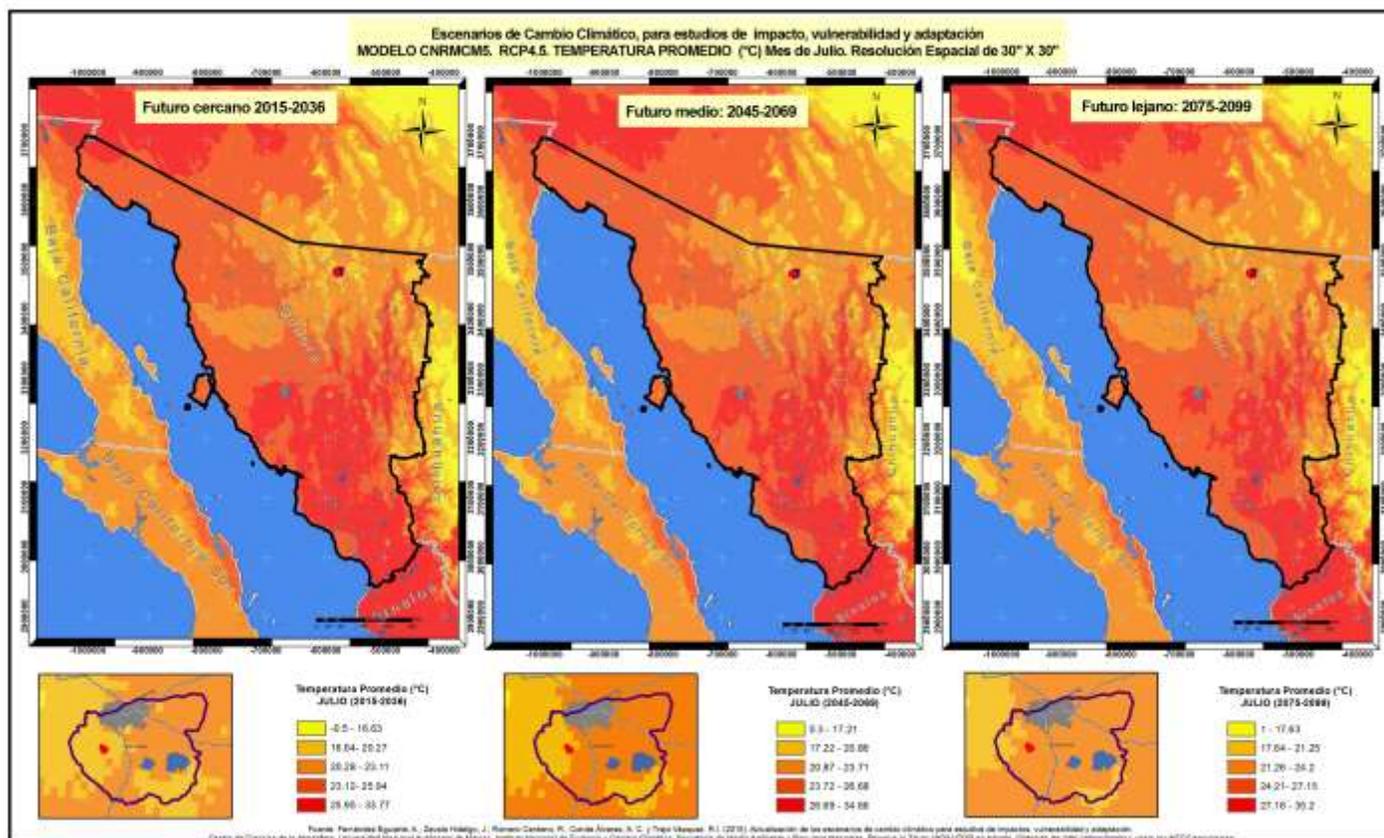


Figura 7. 2. Escenarios de GEI respecto a las variaciones en parámetros climatológicos de temperatura⁴.

⁴Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales, Centro de Ciencias de la Atmósfera UNAM: http://www2.inecc.gob.mx/cgacc/escenarios_cu/act_escenarios.html; Año 2016.

VII.4. Programa de Vigilancia Ambiental

Como parte del cumplimiento de las medidas establecidas para el Proyecto se ejecutara un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), donde se aplicarán las especificaciones ambientales generales para el adecuado cumplimiento de las medidas de mitigación incluidas en el presente documento, así como de los términos y/o condicionantes que de su evaluación se deriven.

En este documento se detallará el seguimiento de las actuaciones y se describirá el tipo de informes, la frecuencia y período de su entrega. Los informes deberán remitirse a la autoridad facultada para ejercer la inspección y vigilancia según corresponda.

Mediante la vigilancia se asegurará que, en relación con el ambiente, la infraestructura y las actividades se realicen según el diseño y características del proyecto autorizado.

Las medidas de mitigación irán encaminadas a incidir sobre el agente causante, para mejorar su comportamiento ambiental y en la etapa final con la aplicación de las medidas de compensación sobre el medio que la recibe, sobre todo en los impactos residuales.

Dicho PVA, considera los impactos ambientales ocasionados a los diferentes componentes ambientales, conteniendo las obligaciones, en materia de protección y conservación ambiental.

Servirá para vigilar el correcto cumplimiento de las medidas de mitigación y/o compensación. El Promovente propone dentro de esta MIA-P, que se ejecutará de acuerdo a los impactos detectados, e implementando indicadores para medir el éxito y la eficacia de dichas medidas de protección ambiental y en su caso, corregirlas.

El análisis de los resultados del Programa de Vigilancia Ambiental, determinará si el Promovente y las empresas subcontratistas cumplen adecuadamente con las medidas y

acciones para proteger el ambiente y, en caso de no ser así, se establecerán las medidas correctivas necesarias.

VII.4.1. Objetivo general

Evaluar el grado de cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación, y compensación comprometidas en el presente estudio, teniendo como objetivos específicos.

- Comprobar la correcta ejecución de las medida de mitigación y los Términos y Condicionantes establecidos en la autorización del Proyecto.
- Comprobar la dimensión de ciertos impactos cuya predicción resulta difícil evaluar los impactos y articular nuevas medidas correctivas o de mitigación en el caso de que las ya aplicadas resulten insuficientes.
- Determinar las causas y establecer las medidas de restauración y/o de compensación que correspondan, cuando la eficacia de las medias de mitigación no sean satisfactorias.
- Identificar alteraciones o desviaciones no previstas en el estudio de impacto ambiental, debiendo en este caso adoptar medidas correctivas.
- Dar seguimiento a los impactos ambientales negativos provocados por el desarrollo del proyecto y poder determinar, de manera inmediata, que los niveles de los mismos no se acerquen a un nivel crítico no deseado.
- Valorar la eficacia de las medidas de mitigación y compensación.
- Proponer, en su caso, ajustes o modificaciones a las mismas para evitar afectaciones ambientales.

Las actividades de vigilancia ambiental, tienen el fin de cumplir con las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en esta MIA-P. Tales medidas establecen la obligación del Promovente de garantizar la realización y cumplimiento de todas y cada una de las acciones de prevención, mitigación y compensación propuestas, las cuales deberán ser consideradas por la autoridad ambiental como viables de ser instrumentadas y congruentes para la protección y conservación del ambiente.

La evaluación del cumplimiento de cada medida o acción, se hará en función de la fecha de término del cumplimiento de ésta, el porcentaje de avance en el momento de evaluación y la calidad de las medidas adoptadas. El resultado de las evaluaciones realizadas durante la inspección, se notificará a través de un informe que incluirá:

- I. Evidencia de cumplimientos a los términos, condicionantes y medidas de mitigación
- II. Estimación de los indicadores de éxito.
- III. Evidencia fotográfica.

Estos informes serán elaborados periódicamente para generar los informes semestrales y/o anuales de cumplimiento, dependiendo de lo dictaminado por la autoridad. La supervisión ambiental estará a cargo del personal especializado de la empresa, que será capacitado y designado para verificar el cumplimiento de las especificaciones establecidas y autorizadas para el Proyecto.

VII.4.2. Estrategia de ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental

VII.4.2.1. Áreas sujetas a inspección

La ejecución de las actividades de vigilancia ambiental se realiza en las instalaciones de todo el Proyecto, principalmente en las áreas de operación, manipulación y almacenaje sustancias y residuos peligrosos.

VII.4.3. Rubros de inspección

Los rubros que cubren las diferentes medidas de prevención y mitigación son los relacionados con los elementos del ambiente susceptibles a ser afectados: [1] Aire; [2] Suelo; [3] Agua, y [4] Paisaje.

VII.4.4. Días de inspección

La inspección realizada por especialistas se llevará a cabo durante las horas de jornada laboral de la empresa para ejecutar el Proyecto.

VII.4.5. Ejecución de la inspección

Durante las inspecciones, el personal especializado recorrerá el área del Proyecto que abarca todos los frentes de trabajo, con la finalidad de verificar el cumplimiento de las medidas de mitigación. Las evidencias encontradas serán registradas en una lista de verificación. Se tomarán evidencias fotográficas, que conforman el registro fotográfico de los cumplimientos. Al finalizar la inspección se dejan asentados los incumplimientos en una bitácora ambiental. En dicha bitácora se registrarán también las recomendaciones realizadas por los especialistas encargados de la vigilancia para corregir los incumplimientos detectados y con ello se esté en posibilidad de presentar evidencias de cumplimiento en los informes que deban de presentarse a la SEMARNAT. En caso de que, resultado de la inspección, se detecten situaciones críticas de riesgo ambiental, éstas se informan inmediatamente a la empresa, con el fin de que se realicen las acciones inmediatas necesarias para controlar, minimizar o eliminarlas.

VII.4.6. Medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación comprometidas en la Manifestación de Impacto Ambiental.

En el Cuadro 6.1 del Capítulo VI del presente estudio se muestran las medidas que deberán de ser ejecutadas y vigiladas en el presente Programa de Vigilancia Ambiental.

VII.4.7. Evidencias de ejecución, evaluación y presentación de resultados.

Se elaborarán listas de verificación, las cuales consisten en una matriz en cuyas filas se presentan las medidas de mitigación a cumplir para el Proyecto, divididas por rubro o elemento del ambiente a afectar; mientras que en las columnas se registra el cumplimiento de cada medida, así como observaciones pertinentes al respecto y sus datos de ubicación.

La bitácora ambiental consiste en un cuadro en cuyas columnas se registrará el incumpliendo registrado y las recomendaciones hechas por los especialistas encargados de la vigilancia para subsanarlo. Además se generará un Anexo fotográfico que evidencia los cumplimientos más relevantes efectuados.

VII.4.7.1. Evaluación y presentación de resultados

Con la finalidad de mostrar la correcta ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental, las actividades y medidas preventivas o de mitigación serán evaluadas con uno o más indicadores de evaluación de cumplimiento, y estos pueden ser de carácter administrativo (presentación de bitácoras, informes, oficios o manifiestos) o ambiental (cumplimiento de una condición o medida), que puede constatarse presencialmente, ejemplo son la infraestructura para el lavado de gases (neblinas acidas) o la recirculación de agua en el proceso. El intervalo de control que se presenta para cada actividad específica, indica el rango o el valor con el que cada actividad se considera como cumplida. Mientras que, la evaluación, indicará si se cumple o no con tal actividad. Dicha evaluación permitirá realizar una descripción y seguimiento de las actividades ambientales en las distintas etapas y actividades del Proyecto, agrupadas por componente e Indicador Ambiental.

VII.4.7.2. Elaboración de informes

La evaluación del cumplimiento de cada medida o acción, se hará en función de la fecha de término del cumplimiento de ésta, el porcentaje de avance en el momento de evaluación y la calidad de las medidas adoptadas. El resultado de las evaluaciones realizadas durante la inspección, así como el resto de los documentos generados durante su vigilancia (listas de verificación, bitácoras semanales y anexo fotográfico), se notificará en el Informe que será presentado a la Autoridad Ambiental, donde se incluirán: [i] el desglose de los resultados de inspección para cada uno de los rubros; [ii] la evidencia de cumplimiento a los términos, condicionantes y medidas de mitigación; [iii] la estimación de los indicadores de éxito; y [iv] la evidencia fotográfica.

VII.5. Conclusión

La evaluación del impacto ambiental ejercido sobre los factores abióticos se ha estimado como Moderado, dado que el 88% de los impactos son de Significancia Moderada, esto se debe a que los tiempos de ejecución de las actividades de operación-mantenimiento del Proyecto serán realizadas durante un periodo de 45 años, sin embargo serán incluidas actividades que prevengan y amortigüen cualquier impacto negativo.

El ecosistema del SA y SP presenta un dominio de la actividad antropogenica sobre los elementos naturales, dado que el Proyecto forma parte del complejo minero metalúrgico de Buenavista del Cobre. Lo anterior es concordante con la evaluación de los impactos previstos para el Proyecto, así como con la información que plantea el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) sobre los escenarios de GEI, donde la problemática ambiental recae sobre sectores como el agua, sequía, centros urbanos, agricultura (expansiva), vegetación y salud. Dada esta situación, el Proyecto contempla medidas preventivas, mitigación y compensación para cada factor ambiental durante la operación-mantenimiento y abandono del sitio, con la finalidad de evitar y contrarrestar los efectos que este pudiera ocasionar. Además el proyecto involucra procedimientos operativos con enfoques en protección, preservación y equilibrio ambiental, igualdad social y crecimiento económico regional. Este enfoque mantendrá la integridad de los ecosistemas presentes, preservando las condiciones que permitan no deteriorar cuerpos superficiales de agua, y no causar afectaciones al suelo como erosión y susceptibilidad de contaminación.

Por lo antes expuesto, el Proyecto “ESDE II”, ubicado en el municipio de Cananea, Sonora, bajo el formato de Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular (MIA-P), permite concluir que la operación del proyecto es factible y se ha diseñado para cumplir con los lineamientos en materia ambiental ya que sus procedimientos operativos están planteados con un enfoque preventivo. Los impactos negativos relevantes identificados son prevenibles y/o mitigables aplicando las medidas propuestas, por lo que permitirán mantener los niveles de presión actual, evitando la afectación del medio, mientras que a plazo futuro podrá restaurarse el ecosistema y con ello el impulso de los servicios ambientales.

CAPÍTULO VIII

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Modalidad Particular del Proyecto "ESDE II" ubicado en el municipio de Cananea, Sonora.



CONTENIDO

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.....	4
VIII.1. Formatos de presentación.....	4
VIII.1.1. Fotografías.....	5
VIII.1.2. Videos.....	5
VIII.1.3. Listado faunístico.....	5
VIII.1.4. Resultados de análisis y/o trabajos de campo.....	5
VIII.1.4.1. Metodología empleada para la caracterización climatológica del área de estudio.....	5
VIII.1.4.2. Metodología empleada para la caracterización geológica y edafológica del área de estudio.....	5
VIII.1.4.3. Metodología empleada para la caracterización hidrológica del área de estudio.....	5
VIII.1.4.4. Metodología empleada para la caracterización de la vegetación del área de estudio.....	6
VIII.1.4.5. Metodología empleada para la caracterización de la fauna terrestre y acuática en el sitio del Proyecto.....	6
VIII.1.4.6. Metodología para la caracterización del paisaje en el sitio del Proyecto.....	6
VIII.1.4.7. Metodología empleada para evaluar los impactos ambientales.....	6

LISTADO DE ANEXOS

ANEXOS INCLUIDOS EN EL CAPÍTULO I

- Anexo 1.1 Copia del cambio de razón social de la empresa Buenavista del Cobre, S.A. de C.V. y el acta constitutiva de la misma.
- Anexo 1.2 Registro Federal de Contribuyentes (RFC) de la Promovente.
- Anexo 1.3 Poder Notarial del representante legal y copia de su identificación oficial.

ANEXOS INCLUIDOS EN EL CAPÍTULO II

- Anexo 2.1. Plano de ubicación y las coordenadas del polígono envolvente.
- Anexo 2.2. Oficio D.O.O.DGOEIA.-003136 de fecha de 13 de junio de 2000.
- Anexo 2.3. Plano de obras.
- Anexo 2.4. Detalle el balance de materia en la plana ESDE II.
- Anexo 2.5. Hojas de seguridad de las sustancias utilizadas en la plana ESDE II.
- Anexo 2.6. Resultados obtenidos de la evaluación de concentración de neblinas de ácido sulfúrico en ESDE I y ESDE II.

ANEXOS INCLUIDOS EN EL CAPÍTULO IV

- Anexo 4.1. Metodología empleada para la elaboración del apartado de Clima.
- Anexo 4.2. Metodología empleada para la elaboración del apartado de Geología y geomorfología.
- Anexo 4.3. Metodología empleada para la elaboración del apartado de Hidrología superficial y subterránea.
- Anexo 4.4. Metodología empleada para la elaboración del apartado de Vegetación.

- Anexo 4.5. Listado faunístico elaborado mediante recopilación bibliográfica, de los vertebrados reportados para el municipio de Cananea y municipios vecinos (Agua Prieta, Ímuris, Santa Ana) del Sistema Ambiental.
- Anexo 4.6. Listado faunístico elaborado para el Sitio del Proyecto.
- Anexo 4.7. Metodología empleada para la elaboración del apartado de Fauna.
- Anexo 4.8. Metodología empleada para la elaboración del apartado de Paisaje.

ANEXOS INCLUIDOS EN CAPÍTULO V

- Anexo 5.1. Metodología de evaluación de impactos.
- Anexo 5.2. Matriz de cribado de categorías del índice de significancia de impactos para la etapa de operación-mantenimiento, y Matriz de cribado de categorías del índice de significancia de impactos para la etapa de abandono del sitio.

ANEXOS INCLUIDOS EN CAPÍTULO VI

- Anexo 6.1.** Plan de contingencia para casos de Emergencia, Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., Plantas ESDE´s.

OTROS ANEXOS

- Anexo 8.1. Cartografía.
- Anexo 8.2. Bibliografía.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

VIII.1. Formatos de presentación

De acuerdo al Artículo número 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, se entregará un ejemplar impreso de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular. Asimismo, se presentará el estudio grabado en memoria magnética, incluyendo imágenes, planos e información complementaria de los cuales uno será utilizado para consulta pública.

Se integró el Resumen Ejecutivo de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, presentándose de manera impresa y grabado en memoria magnética.

La información solicitada está completa y en idioma español para evitar que la autoridad requiera de información adicional y esto ocasione retraso o falta de continuidad en el proceso de evaluación.

VIII.1.1. Fotografías.

Las evidencias fotográficas, se presentan insertadas en cada Capítulo del presente estudio.

VIII.1.2. Videos.

No se incluyen videos.

VIII.1.3. Listado faunístico.

En los **Anexos 4.5 y 4.6**, se presentan los listado faunístico, del presente estudio.

VIII.1.4. Resultados de análisis y/o trabajos de campo.

VIII.1.4.1. Metodología empleada para la caracterización climatológica del área de estudio.

En el **Anexo 4.1**, se presentan la descripción metodológica empleada para la caracterización climatológica en el sitio del Proyecto del presente estudio.

VIII.1.4.2. Metodología empleada para la caracterización geológica y edafológica del área de estudio.

En el **Anexo 4.2**, se presentan la descripción metodológica empleada para la caracterización geológica y edafológica en el sitio del Proyecto del presente estudio.

VIII.1.4.3. Metodología empleada para la caracterización hidrológica del área de estudio.

En el **Anexo 4.3**, se presentan la descripción metodológica empleada para la caracterización hidrológica en el sitio del Proyecto del presente estudio.

VIII.1.4.4. Metodología empleada para la caracterización de la vegetación del área de estudio.

En el **Anexo 4.4**, se presenta la descripción metodológica empleada para la caracterización de la vegetación en el sitio del Proyecto del presente estudio.

VIII.1.4.5. Metodología empleada para la caracterización de la fauna terrestre y acuática en el sitio del Proyecto.

En el **Anexo 4.7**, se presenta la descripción metodológica empleada para la caracterización de la fauna terrestre y acuática en el sitio del Proyecto, del presente estudio.

VIII.1.4.6. Metodología para la caracterización del paisaje en el sitio del Proyecto.

En el **Anexo 4.8**, se presenta la descripción metodológica empleada para la caracterización del paisaje en el sitio del Proyecto del presente estudio.

VIII.1.4.7. Metodología empleada para evaluar los impactos ambientales.

En el **Anexo 5.1**, se presenta la descripción metodológica empleada para la evaluación de los impactos ambientales del presente estudio.