



“PROYECTO MINERO SAN ANTONIO”
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD PARTICULAR



Resumen Ejecutivo



Delia Patricia Aguayo Hurtado
Consultoría Ambiental

Noviembre 2011

RESUMEN EJECUTIVO

Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular Proyecto Minero San Antonio

CONTENIDO

DECLARACIÓN DEL AVANCE QUE GUARDA EL PROYECTO AL MOMENTO DE ELABORAR EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	1
TIPO DE ACTIVIDAD QUE SE PRETENDE LLEVAR A CABO	1
MATERIALES Y SUSTANCIAS QUE SERÁN UTILIZADAS EN LAS DIFERENTES ETAPAS DEL PROYECTO	8
RESIDUOS QUE SE GENERARÁN EN LAS DIFERENTES ETAPAS DEL PROYECTO Y DESTINO FINAL DE LOS MISMOS.....	8
NORMAS OFICIALES MEXICANAS QUE RIGEN EL PROYECTO EN MATERIA AMBIENTAL	11
UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO.....	14
CARACTERÍSTICAS DEL SITIO DONDE SE DESARROLLARÁN LAS OBRAS MINERAS ...	14
SUPERFICIE REQUERIDA PARA EL PROYECTO	23
IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	24
IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES.....	27
MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN QUE SE PRETENDEN ADOPTAR	28
PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	33
CONCLUSIONES.....	35

Índice de figuras

Figura 1. Diagrama general de las operaciones mineras	5
Figura 2. Arreglo general de obras minera.....	7
Figura 3. Ubicación del proyecto	16

Índice de tablas

Tabla 1 programa general de trabajo para el desarrollo del proyecto.....	4
Tabla 2. Sustancias a utilizar durante la operación de la mina	8
Tabla 3. Residuos peligrosos a generar por las operaciones mineras	10
Tabla 5. Programa de monitoreo de agua, sedimentos, suelo y aire	33

RESUMEN EJECUTIVO

Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular

Proyecto Minero San Antonio

DECLARACIÓN DEL AVANCE QUE GUARDA EL PROYECTO AL MOMENTO DE ELABORAR EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

Los trabajos de planeación y diseños de ingeniería del proyecto minero San Antonio dieron inicio desde principios del año 2011 y durarán hasta el primer semestre del 2012, justo antes de iniciar la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto.

En el sitio del proyecto solo se han realizado campañas de exploración recientes por parte de Minera Pitalla S.A. de C.V. (MP), pero no se ha iniciado con ninguna obra física de desarrollo del proyecto minero San Antonio.

Desde el 2010 hasta la fecha, diferentes grupos de especialistas han realizado los estudios ambientales base y las evaluaciones geofísicas, geoquímicas e hidrológicas en el área de influencia del proyecto minero San Antonio, incluyendo muestreos de la calidad del agua, suelo, sedimentos, aire, flora y fauna. También, se ha realizado una serie de evaluaciones geotécnicas en el sitio del proyecto y pruebas sobre la toxicidad del material estéril y caracterización del mineral agotado y lavado en columnas de pruebas metalúrgicas, que soportarán los criterios de diseño de las obras mineras.

Con base en los estudios ambientales de línea base se prepararon los diferentes estudios que se requieren someter a la SEMARNAT para que se evalúe y autorice el desarrollo del proyecto San Antonio. El ingreso de estos documentos ante SEMARNAT se planea para el último trimestre del 2011, esperando contar con los resolutiveos del proyecto para el primer semestre del 2012. Entre los permisos que se gestionarán con mayor anticipación está la obtención de la *Licencia de uso de suelo y construcción* por parte del Ayuntamiento de La Paz, B.C.S. Así también las negociaciones con los propietarios de los terrenos superficiales deben cerrarse previo a la solicitud del cambio de uso de suelo ante la SEMARNAT.

En esta fase del proyecto se gestiona también lo relativo a permisos para la extracción y uso de agua de fuentes subterráneas, ante la Comisión Nacional del Agua y lo relativo al permiso para almacenamiento, manejo y uso de explosivos ante la Secretaría de la Defensa Nacional.

TIPO DE ACTIVIDAD QUE SE PRETENDE LLEVAR A CABO

El proyecto San Antonio consiste de un desarrollo minero para explotación de un yacimiento de oro por el método de tajo abierto y el beneficio mediante el proceso de lixiviación cianurada en montones y la adsorción en columnas de carbón.

El proyecto se desarrollará dentro de un polígono de 756.79 hectáreas en terrenos donde predomina la vegetación del tipo selva baja caducifolia, con matorral sarcocaulé. El uso del suelo en la zona del proyecto es agostadero, aunque recientemente se han reactivado en la zona actividades de exploración minera.

Según el estudio realizado por AMEC, empresa internacional de ingeniería calificada para hacer estudios de proyectos mineros, la inversión de capital que se hará para el proyecto San Antonio será de \$71 millones de dólares americanos, con un valor neto presente (VNP) de \$56 millones y un período de retorno de la inversión de 3.8 años.

En el reporte del análisis de prefactibilidad del proyecto San Antonio se incluyen los rubros de protección al ambiente, programa comunitario y restauración de áreas afectadas. Las reservas probadas y probables de mineral se calculan en aproximadamente 37.88 millones de toneladas con una ley promedio de 1.05 g/ton de oro. La evaluación económica preliminar de este proyecto se hizo estimando una producción total de 870,648 onzas de oro, con base en un precio de \$900 USD/oz.

El proyecto se desarrollará de acuerdo al programa general de actividades que se muestra en la tabla 1.

Procesos involucrados en la operación minera

Minado

El minado será por el método a tajo abierto, con vida útil de 10 años, incluyendo el año de preproducción. La extracción del mineral comprende labores de perforación, voladura, carga y transporte en camiones de 100 toneladas de capacidad. Se estima que se extraerán aproximadamente 37.88 millones de toneladas de mineral y 115.3 millones de toneladas de tepetate en toda la vida de la mina.

El tajo se desarrollará con bancos de 18 y 12 metros de altura, según los sectores recomendados por el estudio de estabilidad y se llevará a cabo en tres fases de minado, las cuales fueron diseñadas con detalles de rampas de acceso y banqueteo de acuerdo al análisis de estabilidad de taludes realizado por Golder Associates.

El período considerado como preproducción está proyectado durante los seis primeros meses del primer año del plan de mina. Durante la preproducción el mineral obtenido será utilizado como "overliner" o protección de las membranas de impermeabilización, en los patios de lixiviación. Después del período de preproducción, la mina producirá 4 millones de toneladas de mineral anuales para ser depositadas en los patios de lixiviación.

Se construirán dos tepetateras: la tepetatera norte y la tepetatera oeste, en los cuales se depositarán 93.8 y 21.5 millones de toneladas de tepetate, respectivamente. Ambas tepetateras se conformarán de bancos de 6 m, con banquetas de 24 m cada tres bancos, lo que resultará en un ángulo de talud general de 38°. Al completarse el minado, los taludes de los terreros tienen que ser suavizados previo al establecimiento de la cobertura vegetal, siendo el ángulo recomendado de 28° o menos.

Trituración

El mineral para su proceso requerirá una etapa de trituración para llevarlo a un tamaño de 80% -10mm. Para lograr esto, el circuito de trituración incluirá quebradoras, cribas, "stockpile", bandas transportadoras típicas y de las llamadas "chapulines" o telescópicas. El circuito contará con un sistema de control de polvos y estará formado por tres etapas denominadas: primaria, secundaria y terciaria.

Lixiviación

El patio de lixiviación se diseñará en dos fases. La primera fase contendrá el mineral de los primeros 3 años de producción. A partir del cuarto año se construirá la segunda fase del patio, para acomodar el mineral que restará por producir hasta el fin de la mina, con una capacidad final de 50 millones de toneladas y su arreglo permitirá que la solución lixivante pueda fluir por gravedad desde cualquier punto del mismo.

La base del patio estará impermeabilizada con un sistema de doble protección (membrana plástica y membrana de arcilla sintética) y contará con un sistema de

detección de fugas. Sobre la base del patio se depositará el mineral triturado y sobre éste se coloca un sistema de riego por goteo para aplicar una solución de agua preparada con una concentración baja de NaCN (200-300 ppm) a un pH de 10.5.

Se construirán dos piletas de proceso, la pileta de solución rica y la pileta de solución pobre, las que almacenarán las soluciones de proceso según los flujos que salgan de las tuberías del patio y de la planta de adsorción. El sistema de impermeabilización consistirá de doble geomembrana, con sistema de detección de fugas.

También se tendrán dos piletas impermeabilizadas de sobreflujo para contener los excesos de la solución de proceso, agua de lluvia y filtraciones asociadas a eventos de tormenta extremos (lluvia en 24 horas con período de retorno de 100 años). De acuerdo al plan de desarrollo del patio de lixiviación, se construirá una pileta de sobreflujo en la primera fase del patio y la otra en la segunda fase del mismo.

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

Adsorción en carbón

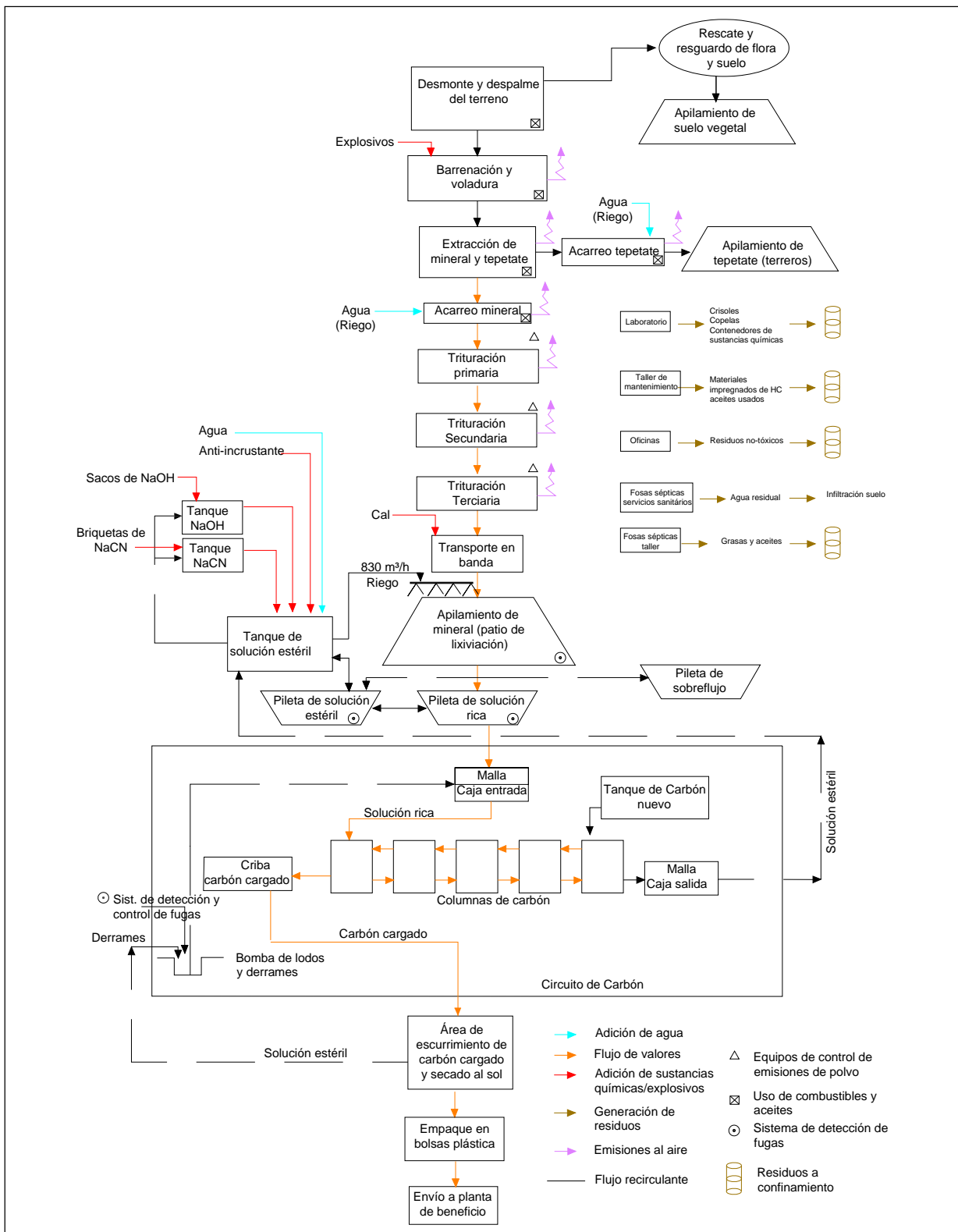
La solución enriquecida con metales preciosos disueltos al percolar a través del mineral, se dirige hacia la pileta de solución rica, de donde por bombeo se lleva al circuito de columnas (tanques) con carbón activado, el cual atrapa (adsorbe) los metales preciosos, quedando la solución "pobre" o estéril la cual regresa al tanque de solución estéril, desde donde se bombeará de regreso al patio de lixiviación, después de acondicionarla con los reactivos requeridos.

El proceso de adsorción es una operación de bombeo continua a un circuito de 5 columnas de 3 metros de diámetro dispuestas en línea y en cascada, cargadas con carbón activado en forma granular. La solución rica se descarga en la columna superior y pasa por todas ellas. El carbón se traslada periódicamente de una columna a otra en el sentido contracorriente, es decir, el carbón de la columna inferior después de algún tiempo es llevado a la columna que se encuentra inmediatamente sobre ella, y así subsecuentemente, hasta que llega a lo posición superior, donde se asume que logra la carga máxima/saturación. De esta posición es sacado fuera del circuito para llevarlo a una etapa de drenaje de solución y secado, para luego ser envasado en recipientes metálicos y transportados a la planta de recuperación de la empresa MP en el estado de Sonora.

Tabla 1 programa general de trabajo para el desarrollo del proyecto

ACTIVIDAD /AÑOS	2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023		2024		2025	
	Semestres	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
ESTUDIOS ECONÓMICOS																														
Elaboración Final del Estudio																														
ESTUDIOS AMBIENTALES DE LINEA BASE/ EVALUACIONES GEOTECNICAS, PRUEBAS DE TOXICIDAD DE RESIDUOS, OTROS.																														
PERMISOS Y AUTORIZACIONES																														
INAH																														
Visita de prospección y carta de liberación arqueológica																														
SEMARNAT:																														
Impacto Ambiental y Riesgo																														
Cambio de Uso de Suelo																														
CONAGUA																														
Investigación y Disponibilidad del Acuífero																														
Recepción del Título de Concesión																														
SEDENA																														
Permiso Uso y Almacenamiento de Explosivos																														
Municipio de La Paz																														
Licencia de uso de suelo /construcción																														
Acuerdos de ocupación de terrenos superficiales																														
PLANEACIÓN, DISEÑO DE INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN																														
Planeación del Proyecto																														
Diseño de Ingeniería Básica y de Detalle																														
PREPARACION DEL SITIO Y CONSTRUCCION DEL PROYECTO																														
Rescate y protección de especies																														
Desmontes y despalmes																														
Cortes y rellenos																														
Obras de control de drenaje																														
Obras de suministro de agua																														
Sistema de drenaje sanitario																														
Patio de lixiviación y piletas																														
Planta de trituración																														
Planta de adsorción																														
Instalaciones de apoyo(Talleres, Oficinas, Lab.)																														
Construcción de nuevo tramo carreterra																														
OPERACION																														
Pre-Producción																														
Minado																														
Trituración																														
Lixiviación																														
Adsorción																														
Deposición de tepetate en terreros																														
Mantenimiento preventivo y correctivo																														
Monitoreo de emisiones a la atmósfera																														
Monitoreo de la calidad del agua																														
Monitoreo de la estabilidad de los patios																														
Trabajos de restauración concurrente																														
ABANDONO																														
Fin de minado																														
Cercado y obras de cierre en el tajo minero																														
Desmantelamiento de planta trituradora																														
Fin de lixiviación																														
Fin de adsorción																														
Destoxificación de patios de lixiviación y/o cubrimiento de patio																														
Relleno de piletas de proceso y sobreflujo																														
Remoción de infraestructura minera																														
Suavización de pendientes y establecimiento de cubierta vegetal																														
Reforestación																														
Monitoreo de la calidad del agua superficial y subterránea																														
Carta a SEMARNAT-PROFEPA sobre cumplimiento de la restauración																														
Entrega de terrenos al Ejido San Antonio																														

Figura 1. Diagrama general de las operaciones mineras



Obras de infraestructura y servicios de apoyo

Sistema de canales y obras de protección y control de flujo pluvial en el evento de tormenta

Con objeto de controlar y mantener fuera del sistema de impermeabilización a las corrientes superficiales que ocurrirán en caso de tormentas, se construirá un sistema de canales de desviación que las lleven aguas abajo, sin invadir las áreas mencionadas. El sistema protegerá además las áreas de tajos, terreros, patio, proceso e instalaciones auxiliares.

Una de las obras más importantes será la construcción de un bordo de protección contra la erosión, en el lado SE del patio de lixiviación que colinda con la zona de drenaje del arroyo San Antonio.

Suministro de agua

La demanda promedio de agua para el proceso y demás instalaciones de la mina, se estima en 75 m³/día y se abastecerá de pozos de producción a desarrollarse en las inmediaciones del proyecto.

Colección y tratamiento de aguas residuales de servicio

El sistema de colección, tratamiento y disposición de aguas residuales de servicios consistirá de un sistema de tuberías de PVC enterradas, y registros de concreto, que colectarán por gravedad y descargarán a un sistema donde serán debidamente tratadas para re-utilizarlas para riego de caminos y áreas verdes en las instalaciones mineras. La empresa desarrollará un proyecto, en conjunto con una empresa especialista en el ramo, para el tratamiento y re-uso de las aguas residuales que se generarán por los servicios sanitarios y domésticos en la unidad minera.

Distribución y almacenamiento de combustibles y lubricantes

El combustible, diesel y gasolina, será llevado al sitio por medio de carro-tanque desde La Paz, B.C.S., en pipas de 20,000 litros de capacidad.

Se tendrá un tanque para almacenar diesel, con capacidad de 110,000 litros, suficiente para 1 semana de abastecimiento y un tanque para almacenar gasolina de 12,500 litros de capacidad. La distribución del combustible se limitará a operaciones de carga y descarga.

Suministro de energía eléctrica

Se requiere una carga de 4,478 KW para la operación de la mina, para lo cual se introducirá una línea aérea de 34.5 KV que se derivará de la subestación localizada en El Triunfo. La energía se utilizará principalmente para la operación de motores y para alumbrado. Se tendrá la alternativa de generar electricidad mediante generadores diesel para mantener en funcionamiento áreas claves del proceso para el caso de una falla en el suministro de CFE.

Figura 2. Arreglo general de obras minera

MATERIALES Y SUSTANCIAS QUE SERÁN UTILIZADAS EN LAS DIFERENTES ETAPAS DEL PROYECTO

En la tabla 2 se muestran las principales sustancias a utilizar durante la operación de la mina.

Tabla 2. Sustancias a utilizar durante la operación de la mina

Sustancia	Cantidad promedio a utilizar por año
Cianuro de sodio (NaCN)	803 ton
Cal	4,420 ton
Hidróxido de sodio	36.5 ton
Antiincrustante (compuestos orgánicos)	40,150 litros
Carbón activado	18.25 ton
Fundentes (nitrato de sodio, bórax, sílice)	9,125 kg
Ácido nítrico	200 litros
Óxido de plomo	20 kg
Resina	16 kg
Hidróxido de amonio	20 litros
Diesel	6,000 metros cúbicos
Gasolina	Sin estimar
Aceite y lubricantes	100 metros cúbicos

La sustancia explosiva que será utilizada es el nitrato de amonio. El uso principal que se le dará a la carga explosiva será para ejecución de voladuras para la extracción del mineral y material estéril del tajo y se estiman 179 toneladas al año en promedio.

RESIDUOS QUE SE GENERARÁN EN LAS DIFERENTES ETAPAS DEL PROYECTO Y DESTINO FINAL DE LOS MISMOS

Residuos Sólidos

Tepetate

Se estima que se generarán 115.3 millones de toneladas de material estéril en toda la vida de la mina. Dada las condiciones de almacenamiento del material estéril en las tepetateras, éste quedará expuesto a los procesos naturales de intemperización por lo que se han realizado pruebas geoquímicas a muestras representativas de este material para evaluar el potencial de generar ácido y la posible disolución de otros contaminantes como metales tóxicos.

De acuerdo a la geología del yacimiento se seleccionaron 90 muestras de tepetate a partir de los núcleos de barrenación exploratorios, que representaron los diferentes tipos de roca y mineralizaciones que conforman el material estéril donde se aloja el mineral a explotar. Estas muestras se sometieron a varias pruebas de caracterización geoquímica, en apego a la NOM-157-SEMARNAT-2009, como son las pruebas de contabilidad ácido-base (ABA) para conocer el potencial de generar ácido, y las pruebas de extracción, de acuerdo al método ASTM-D3987, para conocer la movilidad de metales tóxicos.

Las pruebas de contabilidad ácido-base (ABA) indican que solo 8 de las 90 muestras presentan potencial de generar ácido (2.78% de todo el tepate), mientras que las

pruebas de extracción mostraron que el arsénico se presenta en los lixiviados con un valor promedio de 0.269 mg/l.

Mineral agotado (en patio de lixiviación)

Una vez que concluya la lixiviación del mineral, el material agotado permanecerá en el patio a perpetuidad por lo que se debe de hacer una caracterización geoquímica del mismo y proponer las medidas adecuadas para garantizar que no sea un agente de contaminación al entorno natural. Con este fin se realizaron pruebas de contabilidad ácido-base (ABA) y pruebas de extracción al material lixiviado y lavado remanente en las 13 columnas sujetas a pruebas metalúrgicas.

De las 13 muestras analizadas, 9 mostraron potencial de generar ácido (éstas son las que mostraron una razón de potencial de neutralización a potencial de acidez ($NPR=NP/AP$) menor que 3) y 4 mostraron ser no formadoras de ácido ($NPR>3$). Se encuentra actualmente en proceso las pruebas cinéticas para verificar el comportamiento a largo plazo de las muestras que resultaron con potencial de generar ácido o con incertidumbre en las pruebas ABA.

Los resultados de la prueba de lixiviación están en todos los casos por debajo de la NOM-052-SEMARNAT-2005 por lo que el residuo del mineral lixiviado y lavado en el patio no clasificaría como un residuo peligroso. No obstante, comparando con la norma de descarga NOM-001-SEMARNAT-1996, las soluciones de drenado se exceden en los niveles de arsénico. Esto considerando que en la fase de abandono de la mina el drenaje del patio de lixiviación se integrará a los escurrimientos naturales.

Residuos domésticos

En la etapa de operación de la mina, en el área de oficinas se generarán residuos sólidos urbanos, estos residuos no tóxicos se coleccionarán de forma separada de los desechos industriales y serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados, los cuales serán coleccionados al menos dos veces por semana para su disposición final en el relleno sanitario.

También se generarán otro tipo de residuos sólidos como son los materiales de construcción (cartón, madera, plástico, tuberías, pedacerías de fierro y escombros). También se generará tierra producto del descapote y nivelación del terreno. Se promoverá el reuso de estos residuos dentro de las instalaciones mineras. Los que no sean aprovechados serán depositados junto con los residuos de tipo doméstico en el relleno sanitario de alguna de las comunidades cercanas que se seleccionen para tal fin como son San Antonio o El Triunfo.

Residuos industriales

Los residuos de tipo industrial que se generarán durante la etapa de construcción y operación de la mina serán principalmente aceite usado, filtros, estopas, basura industrial, suelo contaminado, empaques y embalajes de sustancias tóxicas, copelas y otros residuos de laboratorio. En la tabla 3 se muestran los residuos peligrosos a generar por las obras mineras.

Una vez que se inicie la generación de estos residuos se realizarán las pruebas de caracterización de acuerdo a la norma NOM-053-SEMARNAT-1993, para evaluar su toxicidad y definir las prácticas adecuadas para su manejo y disposición final.

El manejo de este tipo de residuos implica la temprana construcción de un área para su almacenamiento temporal, mismo que será utilizada durante la etapa de operación.

Tabla 3. Residuos peligrosos a generar por las operaciones mineras

NOMBRE DEL RESIDUO	CANTIDAD A GENERAR POR MES	CARACTERÍSTICAS	PROCESO O ETAPA EN LA QUE SE GENERARÁ	SITIO DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL	USO O SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL
Aceite industrial para automotores (usado)	Sin estimar	Inflamable/tóxicos	Utilización de los vehículos automotores, maquinaria y equipo generador de energía	Almacén de aceites	Se regresará al proveedor de aceite nuevo.
Filtros, estopas y otros materiales impregnados de HC	Sin estimar	Inflamables/tóxicos	Mantenimiento de maquinaria y equipo en general.	Almacén de residuos peligrosos.	Centro de acopio autorizado para manejo de residuos peligrosos.
Empaques y embalajes impregnados de sustancias tóxicas	Sin estimar	Tóxicos y/o corrosivos	Proceso de lixiviación y planta ADR	Almacén de residuos peligrosos.	Se retornarán a proveedores y/o se reutilizarán o destruirán en el sitio, según acuerdo con SEMARNAT.
Residuos de laboratorio (copelas, recipientes vacíos, etc.)	Sin estimar	Tóxicos	Operación del laboratorio metalúrgico	Almacén de residuos peligroso	Centro de acopio autorizado para manejo de residuos peligrosos.

Residuos líquidos

Aguas de servicio

Las únicas descargas de agua residual serán las aguas de servicio de las áreas de oficinas, taller y otras áreas operativas donde se instalarán servicios sanitarios. El sistema de colección, tratamiento y disposición de aguas residuales de servicios consistirá de un sistema de tuberías de PVC enterradas, y registros de concreto, que coleccionarán por gravedad y descargarán a un sistema donde serán debidamente tratadas para reutilizarlas para riego de caminos y áreas verdes en las instalaciones mineras. La empresa desarrollará un proyecto, en conjunto con una empresa especialista en el ramo, para el tratamiento y reuso de las aguas residuales que se generarán por los servicios sanitarios y domésticos en la unidad minera.

Emisiones a la atmósfera

Partículas suspendidas

Las principales emisiones a la atmósfera serán partículas suspendidas de polvo que se generarán durante las actividades de desmonte y principalmente en la fase de minado y acarreo del material, tráfico de vehículos dentro y alrededor de la mina, así como la carga y descarga de mineral y material estéril. También la acción erosiva del viento en áreas desprovistas de la vegetación será otra fuente de polvos fugitivos.

Otra fuente de emisión de partículas será la planta trituradora, que afectará la calidad del aire ambiente pero principalmente la calidad del aire del entorno laboral, por lo que será de gran importancia tanto el control de la fuente como el uso por parte del personal del equipo de protección adecuado.

Durante cada voladura en el área del tajo se presentará una columna de polvo y compuestos del material explosivo.

Otras emisiones a la atmósfera

Dado que el riego del mineral en el patio de lixiviación se hará con soluciones de cianuro, se pueden formar gases de ácido cianhídrico, lo cual es muy poco probable ya que al mantener un pH alto (>10.5) en las soluciones de proceso, se inhibe la formación del HCN, además la concentración de cianuro en solución se mantendrá lo más bajo posible (200-500 ppm).

Otras fuentes de emisiones a la atmósfera serán los generadores a diesel y los vehículos pesados y ligeros.

NORMAS OFICIALES MEXICANAS QUE RIGEN EL PROYECTO EN MATERIA AMBIENTAL

Aire

NOM-041-SEMARNAT-2006. Nivel máximo permisible de gases contaminantes de escapes de vehículos que usan gasolina.

NOM-043-SEMARNAT-1993. Niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.

NOM-047-SEMARNAT-1999. Establece las características del equipo y el procedimiento de medición, para la verificación de los límites de emisión de contaminantes provenientes de los vehículos automotores que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.

NOM-085-SEMARNAT-1994 Fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones. Niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno. Requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión.

MODIFICACION A LA NOM-025-SSA1-1993. Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto a las partículas menores de 10 micras (pm10). Valor permisible para la concentración de partículas menores de 10 micras (pm10) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.

NOM-026-SSA1-1993. Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al plomo (Pb). Valor normado para la concentración de plomo (Pb) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.

Suelo

NOM-021-SEMARNAT-2000. Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo análisis.

NOM-060-SEMARNAT-1994. Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal.

NOM-138-SEMARNAT-SS-2003. Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

NOM-147-SEMARNATSSA1-2004. Que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio.

NMX-AA-132SCFI-2006. Muestreo de suelos para la identificación y cuantificación de metales y metaloides y manejo de la muestra (aplica para estudios de caracterización y evaluación de contaminación por metales en suelo).

Ruido

NOM-080-SEMARNAT-1994 Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.

NOM-081-SEMARNAT-1994. Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

Agua

NOM-001-SEMARNAT-1996 establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas nacionales y bienes nacionales.

NOM-003-CONAGUA-1996. Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.

NOM-004-CONAGUA-1996. Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general.

NOM-007-CONAGUA-1997. Requisitos de seguridad para la construcción y operación de tanques de agua.

NOM-011-CONAGUA-2000. Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.

Modificación a la NOM-127-SSA1-1994. Establece los límites permisibles de calidad y tratamiento a que debe ser sometida el agua para su potabilización.

Residuos

NOM-052-SEMARNAT-2005. Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

NOM-053-SEMARNAT-1993. Que establece los procedimientos para la prueba de extracción (PECT) que determina los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

NOM-054-SEMARNAT-1993. Que establece los procedimientos para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-053-SEMARNAT-1993.

NOM-083-SEMARNAT-2003. Establece las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbano y de manejo especial.

NOM-005-SCT2-1994. Información de emergencia en transportación para el transporte de materiales y residuos peligrosos.

NOM-007-SCT2-1994. Marcado de envases y embalajes destinados al transporte de sustancias y residuos peligrosos.

NOM-157-SEMARNAT-2009. Establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de los residuos mineros. Publicada en el diario oficial de la federación el 30 de agosto del 2011.

NOM-155-SEMARNAT-2007. Establece los requisitos de protección ambiental para los sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata. Publicada en el diario oficial de la federación el día viernes 15 de enero de 2010.

NOM-141-SEMARNAT-2003. Que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales.

Flora y fauna

NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestre terrestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

Acuerdo por el que se establecen los niveles de equivalencia para la compensación ambiental por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, los criterios técnicos y el método que deberán observarse para su determinación.

Acuerdos que establecen niveles de equivalencia y costos para pago de compensación por cambio de uso de suelo. (DOF 12 abril 2006, última modificación el 25 de febrero de 2011.

Impacto ambiental

NOM-120-SEMARNAT-1997. Establece las especificaciones de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa, en zonas con climas secos y templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinos.

Seguridad e Higiene

NOM-001-STPS-1999. Edificios, locales, instalaciones y áreas de los centros de trabajo. Condiciones de seguridad e higiene.

NOM-002-STPS-2000. Condiciones de seguridad-Prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.

NOM-004-STPS-1999. Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.

NOM-010-STPS-1999. Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral. (Acuerdo de modificación de esta norma publicado el 26 de febrero del 2001.

NOM-005-STPS-1998. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.

NOM-017-STPS-2008. Equipo de protección personal – selección, uso y manejo en los centros de trabajo.

NOM-018-STPS-2000. Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.

NOM-020-STPS-2000. Recipientes sujetos a presión y calderas – funcionamiento – condiciones de seguridad.

NOM-021-STPS-1993. Relativa a los requerimientos y características de los informes de los riesgos de trabajo que ocurran, para integrar las estadísticas.

NOM-023-STPS-2003. Trabajos en minas – condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.

NOM-024-STPS-2001. Vibraciones – condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.

NOM-025-STPS-2008. Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.

NOM-026-STPS-2008. Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.

NOM-027-STPS-2008. Soldadura y corte, condiciones de seguridad e higiene.

NOM-030-STPS-2009. Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo.

NOM-100-STPS-1994. Seguridad extintores contra incendio a base de polvo químico seco con presión contenida – Especificaciones.

UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO

El polígono del proyecto se ubica mayormente en terrenos de los ejidos San Antonio y San Luis y terrenos de propiedad privada, en el municipio de La Paz, B.C.S., a una distancia en línea recta de 41.4 km al SE de la ciudad de La Paz, capital del estado, y a 6.94 Km del poblado San Antonio.

El acceso es por la carretera federal No. 9 que conecta La Paz con Todos Santos y Cabo San Lucas. Partiendo de La Paz se recorren aproximadamente 27 km donde se desvía al SW por carretera estatal pavimentada, a partir de la desviación se recorren aproximadamente 32 km para llegar al área del proyecto.

CARACTERÍSTICAS DEL SITIO DONDE SE DESARROLLARÁN LAS OBRAS MINERAS

Con respecto a los esquemas de regionalización ambiental de la Comisión Nacional para el Conocimiento de y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la zona donde se ubica el proyecto San Antonio, no se encuentra dentro de ninguna "Región Terrestre Prioritaria" ni dentro de ninguna Región Hidrológica Prioritaria, siendo las más cercanas al proyecto la Región hidrológica Prioritaria 9 "Sierra del Novillo", ubicada hacia el norte del proyecto y la Región Hidrológica 10 "Sierra de la Laguna y Oasis aledaños" hacia el sur del proyecto.

En lo que respecta a Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA), el proyecto San Antonio no se encuentra dentro de ninguna de estas áreas, siendo la más cercana al proyecto el AICA "Sierra de la Laguna" con clave NO-01, ubicada hacia el sur del proyecto.

No existen áreas naturales protegidas (ANP) declaradas o decretadas para la zona del proyecto. El ANP más cercana es la "Sierra la Laguna", ubicada en los municipios de La Paz y Los Cabos.

Clima

Según la clasificación climática de Köppen, modificada por García (1988) para nuestro país, la ciudad de La Paz, por sus condiciones de temperatura y precipitación, presenta un clima BW(h')hw(e), es decir, seco desértico, cálido (García, 1988). La temperatura media anual es mayor de 22°C, un régimen de lluvias en verano y una oscilación anual extremosa de la temperatura, que varía entre 7°C y 14°C. En particular el área de San Juan de los Planes, presenta un clima en general cálido extremoso, con inviernos fríos y ventosos. Las lluvias se presentan principalmente en verano (julio a septiembre) provocado esto por sistemas ciclónicos y monzónicos que se aproximan a la región, mientras en invierno de manera intermitente a causa de vaguadas frontales o equipatas (García, 1988, 1989).

Geología y geomorfología

El área de estudio, valle de Los planes, pertenece a la provincia geológica 35 denominada "Complejo Plutónico de La Paz" (Ortega-Gutiérrez, *et al.* 1992).

Fisiográficamente, el valle de Los Planes se encuentra dentro de la provincia de Baja California en la discontinuidad Del Cabo y se caracteriza por presentar bloques estructurales que forman un sistema de altos topográficos constituidos por serranías escalonadas cuya elevación varía de 300 a 1100m. Estas sierras tienen una orientación norte-sur y rodean el valle tectónico de Los Planes (Aparicio-Cordero y Terán-Ortega, 1996).

En el área de estudio afloran rocas metamórficas representadas por gneises (JsGn) y esquistos (JsE) y cuerpos intrusivos del Cretácico Superior (Aparicio-Cordero y Terán-Ortega, 1996).

Las unidades más antiguas corresponden a un complejo de rocas metamórficas de diferentes orígenes que desarrollan superficies de esquistosidad bien definida (Aparicio-Cordero y Terán-Ortega, 1996). Estas se presentan como esquistos de biotita y calizas recristalizadas y metasedimentarias (Js ArcZ). Las edades de las rocas intrusivas que emplazaron a las rocas preexistentes varían en rango del Cretácico Superior al Terciario (Oligoceno) por lo cual puede suponerse una edad pre-Cretácico tardío (Jurásico tardío) para el complejo metamórfico antes descrito. Los esquistos afloran al oriente del poblado El Triunfo en una franja NE-SW hasta la parte más norte de San Antonio (Aparicio-Cordero y Terán-Ortega, 1996).

La región sur de la península de Baja California es un conjunto de rocas intrusivas y metamórficas del Jurásico- Cretácico cubiertas en algunas áreas por sedimentos Terciarios y Cuaternarios. Este conjunto de unidades geológicas está disectado por un grupo de fallas que atraviesan la península en dirección N-S y controlan un patrón estructural de pilares y valles tectónicos La estructura predominante en el área de estudio es la falla San Juan de Los Planes la cual tiene una longitud aproximada de 30 km y se orienta norte sur franco, en la parte sur existe una ruptura asociada a la falla principal que corta el cauce del arroyo Buenos Aires y atraviesa el predio del proyecto minero San Antonio. Este sistema de fallas es estructuralmente activo y es responsable de sismicidad local.

Figura 3. Ubicación del proyecto

El predio se ubica dentro de la zona B de la regionalización sísmica de la República Mexicana considerada al igual que la zona C, por lo tanto la susceptibilidad a la sismicidad es intermedia, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

Suelos

Morfológicamente el área del proyecto se encuentra en un valle, donde se encuentran suelos como los regosoles y fluvisoles éútricos, rodeados por una zona serrana de pendientes abruptas en donde abundan los afloramientos rocosos, en los que domina la unidad de suelo litosol y en algunas ocasiones se pueden encontrar en asociación con regosoles éútricos y leptosoles como se muestra en los perfiles de suelo EDA-03, EDA-04 y EDA-09.

Con base en la clasificación edafológica FAO/UNESCO 1998, se determinó para el área del predio y sus alrededores la dominancia de la unidad edafológica regosol (RG), con profundidades que llegan a alcanzar los 70 cm.

De acuerdo con los resultados de los análisis físico- químico de los perfiles, este tipo de suelo es más extenso y presenta características principales de ser suelos minerales típicamente arenosos, de grano fino por lo que son débilmente desarrollados en materiales no consolidados. Estos son comúnmente típicos de climas tropicales, son profundos y de colores claros y carecen de estratificación. Presentan alta permeabilidad y baja capacidad de retención de humedad y no tienen acumulación de carbonatos en sus horizontes. Estos suelos carecen de algún tipo de vegetación que pueda estar relacionada con su desarrollo, por lo que el contenido de materia orgánica es muy bajo e inclusive puede llegar a ser nulo en sus horizontes inferiores.

Localizada en las partes más planas y bajas del área de estudio, al sur del predio, y asociada al regosol, se encuentra la unidad edafológica cambisol (CM). Esta unidad se encuentra formada por zonas agrícolas.

En junio del 2011, como parte de los estudios de caracterización ambiental del sitio del proyecto San Antonio, se tomaron 4 muestras de suelo y 3 muestras de sedimentos para determinar la concentración de metales contaminantes.

Los sitios de muestreo se ubicaron en la proximidad y aguas abajo de las obras mineras proyectadas, de tal forma que se tenga la calidad de referencia del suelo y sedimentos, previo al inicio del proyecto. Esta ronda de muestras se analizó siguiendo los métodos de la NOM-147-SEMARNAT-2004, para determinar tanto el contenido total como la fracción soluble de los metales.

En las muestras de suelo, en general el contenido de los metales resultó más alto en el estrato inferior (50-100 cm) que en el superior (0-50 cm), por lo que se recomienda verificar estas condiciones en futuros muestreos en las siguientes fases del proyecto.

En cuanto a la fracción soluble de los metales, se encontró que casi todas las muestras de suelo tuvieron valores despreciables o no detectables, lo que nos indica que el contenido de metales en el suelo no se lixivia tan fácilmente, es decir, no está biodisponible en el suelo. No se sigue el mismo comportamiento en el caso de las muestras de sedimentos, para las cuales sí se detectaron valores de la fracción soluble excedidos de la NOM-147, en lo que a arsénico y vanadio se refiere.

El contenido total de arsénico presentó valores mucho más altos y fuera de norma (22 mg/kg para terrenos con uso agrícola) en el sitio EDA-14 y EDA-13 que están sobre la trayectoria de los arroyo Fandango y San Antonio. Misma situación se presenta para las muestras de sedimentos SED-01 y SED-02 que se ubican en el cauce del arroyo San Antonio, mientras que el sitio SED-03, más retirado de los arroyos principales, presentó valores debajo de la NOM-147. Estos resultados tienen similitud con los resultados del muestreo del 2006 y 2007.

En cuanto a la fracción extraíble o soluble del arsénico, en ninguna de las muestras de suelo se detectó la presencia de arsénico en solución, mientras que para las muestras de sedimentos, la fracción soluble de arsénico sí presentó valores por encima de lo que indica la NOM-147 (0.5 mg/l), en los puntos SED-01 y SED-02 que son los que se ubican en el lecho de los arroyos principales, y fue no detectable para el sitio SED-03.

Recursos hidrológicos

Hidrología superficial

El proyecto minero San Antonio, se encuentra ubicado dentro de la cuenca hidrográfica de San Juan de los Planes, la cual de acuerdo a la clasificación hidrológica para el país elaborada por la extinta SARH y reportada por INEGI, forma parte de la Subcuenca Hidrológica "d" Las Palmas, perteneciente a la Cuenca Hidrológica "A" La Paz-Cabo San Lucas de la Región Hidrológica No. 6 Baja California Sureste (La Paz).

La cuenca de San Juan de los Planes es un valle con orientación norte-sur, con elevaciones que van del nivel cero del mar, en el área norte y un máximo de 1,300 msnm, en el límite sur del parteaguas.

La cuenca es controlada estructuralmente por una serie de fallas normales con orientación norte-sur, creando una depresión tectónica (graben) a lo largo del centro del valle de Los Planes rodeado por roca de elevaciones altas (Schlumberger, 2010).

Los escurrimientos superficiales que provienen de la parte alta de la cuenca se ven muy reducidos al llegar a la zona de la planicie aluvial, debido a las pérdidas por infiltración y sólo llegan a desembocar al Golfo de California en un reducido caudal.

La red de drenaje que se genera en la cuenca de San Juan de los Planes, va de tipo dendrítico (en las partes más altas de la cuenca) a subparalelo (a medida que se acercan a la planicie). Está compuesta por arroyos efímeros, de cuencas tributarias bien definidas, que sólo llevan agua en forma torrencial cuando se presenta una precipitación de considerable magnitud e inmediatamente después de que sucede ésta, tienen su temporalidad sólo en la época de lluvias de verano, que va de julio a septiembre y sus escurrimientos desembocan libremente en Golfo de California. Entre los arroyos más importantes en el área de estudio se pueden identificar 3 microcuencas de drenaje que se componen de la siguiente manera de acuerdo a sus diferentes tributarios:

1. Microcuenca Arroyo Los Ángeles-Arroyo Los Planes u Hondo.
2. Microcuenca Arroyo San Antonio-Arroyo El Fandango-Arroyo Texcalama.
3. Microcuenca Arroyo Agua Fría o Agua Blanca.

En resumen se observa que los análisis de agua de la zona alta y baja de la cuenca de Los Planes, indican diferentes tipos de afectaciones que influyen en su calidad. Los parámetros y la frecuencia con que exceden los límites establecidos como adecuados para uso y consumo humano (modificación de la NOM-127-SSA1-1994), son: arsénico

(59%), sólidos totales disueltos (TDS) (47%), dureza (35%), sodio (29%), cloruros (29%), sulfatos (18%), turbiedad (12%) y nitratos (6%). En el 100% de los sitios muestreados hay un problema bacteriológico.

Con base en esto, el principal problema que tiene esta región, después de la contaminación bacteriana, es el contenido de arsénico, que es más pronunciado en la zona alta de la cuenca, próxima a San Antonio. El siguiente, es el alto contenido de sólidos disueltos totales. Aunque no hay diferencia significativa en sus niveles entre las dos zonas, se observa que está más asociado a la intrusión marina en la zona baja de la cuenca, al existir en ella, mayores niveles de sodio y cloruros. En la zona alta, está más relacionado al contenido de calcio y magnesio, así como de sulfatos, siendo esta área principalmente afectada por su geoquímica y por las antiguas actividades mineras que a su alrededor existieron.

Agua subterránea

Las fallas normales con orientación norte-sur son las que han definido los límites de la cuenca San Juan de los Planes, además de la profundidad de los depósitos aluviales y sedimentarios en el área central de la cuenca que han dado origen al acuífero de Los Planes.

El agua subterránea se encuentra relativamente somera. En el área norte-central de la cuenca es donde se encuentran los pozos más profundos. El agua subterránea se encuentra entre los rangos de 13 a 58 m y promedios de 35 m por debajo del suelo.

Los flujos del agua subterránea en la cuenca va del más alto al más bajo relieve topográfico, por lo tanto el flujo del agua subterránea converge hacia el centro de la cuenca, desde las partes más altas que rodean el área y el flujo que baja y descarga hacia el Golfo de California. Los límites topográficos coinciden con las divisiones del agua subterránea.

El agua subterránea sería descargada normalmente frente a la costa a lo largo de la parte norte de la cuenca. Sin embargo, con el desarrollo de los recursos de agua subterránea, la mayor parte de la descarga se da por la extracción mediante pozos de producción en el área norte-central de la cuenca. Con la sobreexplotación de estos pozos ha bajado la superficie del nivel freático por debajo del nivel del mar en algunas zonas, dando lugar a la intrusión de agua salina a lo largo de la parte frontal del océano.

En la zona de San Antonio, las elevaciones del agua subterránea presentan un rango mínimo de 280 msnm, en los límites de la cuenca y un máximo de 450 msnm a lo largo de la extensión del sistema de vetas El Triunfo. En las cercanías de San Juan de Los Planes, las elevaciones más altas del agua subterránea se localizan en un rango de 12 msnm a 9 msnm con un promedio del nivel del agua de 3.4 msnm. Los niveles más bajos del agua subterránea en esta zona son el resultado de la concentración del bombeo agrícola, dando como resultado la intrusión de agua salada del mar.

Los usos del agua subterránea son asignados por los derechos de agua registrados de la siguiente manera: el 44 % para la ganadería, el 29 % para usos múltiples, el 23 % para la agricultura y el resto para los usos urbano, doméstico y servicios.

A nivel del predio del proyecto, no existen pozos de producción, recientemente se perforaron dos pozos cercanos para registros piezométricos y para monitoreo de la calidad del agua, los cuales registraron una profundidad del agua subterránea de aproximadamente 136 m en la zona donde se proyecta el patio de lixiviación.

Vegetación y flora

La cuenca comprende varios tipos de vegetación, desde la línea de costa hasta las zonas más altas, incluye una vegetación costera (vegetación de dunas y vegetación halófila), matorral xerófilo (sarcocaulé, mezquital y xerófilo), selva baja caducifolia y bosque de encino con elementos de selva baja (INEGI, 1988). Además, en ella se desarrollan varios asentamientos humanos, de los más importantes están Los Planes, El Sargento, Agua Amarga, San Antonio y diversas rancherías, en las zonas urbanas se presenta una vegetación que se clasificó como exótica (introducida) y comprende vegetación urbana (jardines, parque, ornamentales, entre otros) y cultivos (palmas, hortalizas, cítricos, entre otros).

Para la cuenca San Antonio, La Paz, BCS, se reportan 52 especies bajo estatus de conservación, de las cuales 32 son endémicas de la península de Baja California. Cuatro especies se registran en el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales tres están con categoría de protegida, es el caso del palo fierro (*Olneya tesota*), que se registró en las zonas de laderas de poca pendiente y son individuo escasos y dos especies de viejitos (*Mammillaria* sp) y el *Ferocactus townsendianus* var. *townsendianus* reportado como amenazado y además 9 especies se encuentran en el listado de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) en el Apéndice II.

En el predio del proyecto dominan como elemento geológico (geoforma) las laderas de baja inclinación, es aquí en donde la selva presenta su mejor desarrollo y una gama de asociaciones vegetales, siempre dominado por elementos arbóreos y arbustivos., asimismo, se observaron asociaciones propias de estos sistemas áridos, como las asociaciones de nodrismo entre individuos de la familia de las leguminosas y cactáceas, estas asociaciones son importantes, ya que, entre estas especies crean micorrizas, que tienen como función principal, mantener y proporcionar humedad y nutrientes a las leguminosas y estas a su vez proporcionan condiciones de microclima, protección y nutrientes a las cactáceas. En estas geoformas, se registraron individuos de palo fierro (*Olneya tesota*), la cual, se registra en el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010 como especie protegida.

El ciruelo *Cyrtocarpa edulis* (Anacardiaceae) es una especie endémica, sobre todo de la región del Cabo, B.C.S., que por su valor ecológico y cultural, es una especie que puede ser candidata, igual que las burseras, a la norma o al listado antes mencionados.

En la zona, no existen especies, hábitats o ecosistemas únicos o raros o de distribución espacial limitada. Actualmente, el principal uso regional de la vegetación es forrajero para el ganado, principalmente vacuno y caprino, que pastorean de manera extensiva e intensiva en la región.

Fauna

Para los estudios de la fauna silvestre se consultó bibliografía existente (bases de datos y literatura científica generada para la región). Adicionalmente, se realizó trabajo de campo donde se utilizaron diferentes metodologías para la descripción y determinación de presencia, ausencia y diversidad de cada grupo faunístico. El estudio se enfocó principalmente en la evaluación de los tres grupos taxonómicos de vertebrados terrestres (reptiles, mamíferos y aves).

El trabajo de campo se llevó a cabo en 16 sitios de muestreo dentro del predio, de los cuales dos corresponden a transectos de estaciones olfativas (trampas de olor), dos más de trampas Sherman, dos de lampareo nocturno, cuatro de transectos lineales para aves, dos de reptiles y un punto de vocalización de tecolotes. Adicionalmente se utilizaron cámaras sensoras para detectar especies de hábitos discretos.

Se registró la frecuencia de observación por individuos de las clases de vertebrados, obteniendo, que para el grupo de las aves fue de 449 individuos de 29 especies pertenecientes a 19 familias, los anfibios y reptiles de 26 individuos de 6 especies pertenecientes a cuatro familias y los mamíferos pequeños 24 individuos de 6 especies pertenecientes a dos familias. En el caso de las estaciones olfativas para mamíferos medianos se registraron huellas de tres especies nativas, pertenecientes a dos familias.

En los muestreos de fauna dentro del predio, se registraron seis especies dentro de una categoría de conservación de la NOM-059-SEMARNAT-2010, siete considerados como endémicos y ocho en el CITES. Las especies registradas en el predio dentro de alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 son: *Empidonax difficilis cineritus*, *Ctenosaura hemilopha*, *Sceloporus zosteromus*, *Callisaurus draconoides*, *Urosaurus nigricaudus*.

Paisaje

El predio se encuentra predominantemente en laderas de baja inclinación y en menor grado abanicos aluviales. Se encuentra en un valle, donde se identificaron suelos profundos como los regosoles éutricos y los fluvisoles éutricos. Con base en la clasificación edafológica FAO/UNESCO 1998, se determinó para el área del predio y sus alrededores la dominancia de la unidad edafológica regosol (RG), con profundidades que llegan a alcanzar los 70 cm.

Paisajísticamente se encuentran una gran variedad de asociaciones vegetales, como el matorral xerófilo que es más abundante en el área de estudio, esta "mezclado" con elementos florísticos típicos de la selva baja caducifolia, siendo estos en menor abundancia y diversidad, se presenta una zona ecotonal que atraviesa el predio. predominando paisajes con perfiles arbóreos, arbustivos y cactáceas, parte del paisaje incluye ganado vacuno que se alimenta en la zona, es aquí en donde la selva presenta su mejor desarrollo, siempre dominado por elementos arbóreos y arbustivos. Así mismo, se observaron asociaciones propias de estos sistemas áridos, como las asociaciones entre individuos de la familia de las leguminosas y cactáceas. Éstas asociaciones son importantes, ya que, entre estas especies crean micorrizas, que tienen como función principal, mantener y proporcionar humedad y nutrientes a las leguminosas y estas a su vez proporcionan condiciones de microclima, protección y nutrientes a las cactáceas.

En cuanto a la singularidad del paisaje, no se encontraron en el área de estudio elementos que se consideran singulares, por lo tanto se calificó como un paisaje común para el área de estudio. La variedad del paisaje esta contrastada con la presencia de zonas abiertas al cultivo principalmente.

De acuerdo al POET (2002) el área del predio presenta un grado de modificación del paisaje alto y medio alto, que corresponde a paisajes que están transformados y sólo muestran componentes ambientales no originales. En estos, las relaciones funcionales se han modificado y/o adaptado para lograr un fin determinado, en este caso el desarrollo agrícola e industrial. El predio se encuentra en una zona de fragilidad alta y

media, por lo que los efectos de alteraciones a la calidad visual, pueden ser mitigados o reducidos con las medidas adecuadas.

Socioeconomía

El proyecto minero San Antonio se pretende desarrollar en las cercanías del poblado San Antonio dentro del municipio de La Paz, los terrenos que comprende el polígono del proyecto minero son tanto de régimen ejidal como propiedad privada. La empresa Minera Pitalla S.A. de C.V. ha firmado acuerdos de arrendamiento y compraventa de terrenos, que amparan 1,567 hectáreas.

El área de influencia socioeconómica se definió para un radio de 24 km, en el cual se identificaron un total de 22 localidades. El uso del suelo en la zona del proyecto es agostadero, aunque recientemente se ha reactivado en la zona actividades de exploración minera por lo que se ha construido una red de caminos y planillas de barrenación.

Existe un sistema amplio de comunicaciones, teniendo como vías de arribo la terrestre, aérea y marítima. La transportación terrestre se efectúa principalmente por la carretera transpeninsular que atraviesa todo el municipio y desde luego al estado de Norte a Sur. Así mismo se utilizan otras carreteras menores que llegan a las principales localidades del municipio. También cuenta con una red de carreteras de terracería y caminos rurales que conducen a la gran mayoría de las rancherías.

Según el Estudio de Línea Base Social del proyecto San Antonio (DS Dinámica, 2010), la actividad agrícola es predominante en algunas de las comunidades del área de influencia del proyecto; particularmente en San Juan de los Planes, Agua Amarga y Juan Domínguez Cota donde la agricultura y ganadería tienen una posición relevante en la estructura económica.

Según el Consejo Nacional de Población, (CONAPO, 2005), el municipio de La Paz en el año 2005 tenía en general un grado de marginación muy bajo (-1775396), ocupando el lugar 5 en el contexto estatal y el lugar 2,404 en el contexto nacional.

Del total de los residentes de todas las localidades del área de influencia del proyecto minero San Antonio, el 20.82% residen en la comunidad de El Sargento, el 19.60% residen en la localidad de San Juan de los Planes, el 17.41% en la localidad de Juan Domínguez, el 10.06% en San Antonio y el 32.11% restante lo ocupan Agua Amarga, San Pedro México, El Triunfo y La Ventana.

De acuerdo con la Comisión Nacional de Salarios Mínimos, el municipio de La Paz pertenece a la región geográfica A, con un salario mínimo de 59.82 pesos, vigente a partir del primero de enero del 2011.

A nivel general, el 86.3% de la población económicamente activa (PEA) estaba ocupada y el 13.7% no tenía trabajo. Se presentan diferencias significativas presentando San Pedro México la tasa más baja de desempleo con 3.1% y la tasa más elevada se estimó para El Triunfo ya que, un 39.0% de la PEA buscó empleo de manera activa sin resultados positivos. (DS Dinámica, 2010).

Con base a información proporcionada por el IMSS, a nivel del estado de BCS las enfermedades más frecuentes para el año 2010 fueron, en primer lugar las del tipo infecciones respiratorias agudas, en segundo lugar las infecciones de vías urinarias, en tercer lugar infecciones intestinales y cuarto lugar úlceras, gastritis y duodenitis. La empresa MP realizó recientemente, a través de la Universidad Internacional de La Paz,

diagnósticos de salud de los poblados San Antonio, San Juan de Los Planes y El Triunfo, que servirán de línea base de las condiciones de salud.

Las principales problemáticas ambientales que se presentan en la entidad son el mal uso y contaminación de los cuerpos de agua, debido principalmente a la falta de planeación en la extracción del agua, para tratar de satisfacer la demanda de servicio en los asentamientos humanos con alto grado de crecimiento poblacional, siendo La Paz la más afectada. Además de la contaminación de los mantos acuíferos por filtración de plaguicidas y fertilizantes utilizados en la actividad agrícola. También se realiza explotación irracional y saqueo de especies de flora y fauna especialmente especies endémicas como las cactáceas y peces de colección.

SUPERFICIE REQUERIDA PARA EL PROYECTO

Las principales obras mineras que conforman el proyecto minero San Antonio y el área a afectar por cada una de ellas se desglosan en la tabla 4, donde se indica la superficie que corresponde a terreno natural y la superficie que presenta perturbación previa. La superficie total a afectar por el proyecto minero San Antonio corresponde a 5,277,700.56m² (527.77 ha) equivalentes al 69.74% del total del polígono minero.

Tabla 4. Desglose de superficies de las obras del proyecto.

Obras mineras	Superficie (m ²)	Superficie (ha)	Total Natural (Ha)	Total Perturbado (Ha)
Tajo	627,400.45	62.74	55.52	7.22
Terrero Norte	1,132,970.09	113.30	110.72	2.58
Terrero Oeste	281,753.26	28.18	28.13	0.05
Patio de lixiviación	947,507.18	94.75	92.55	2.20
Piletas	140,022.13	14.00	14.00	0.00
Planta trituradora	79,414.72	7.94	7.94	0.00
Polvorines	9,008.43	0.90	0.90	0.00
Área de proceso ¹	27,539.28	2.75	2.75	0.00
Área de servicios ²	89,813.61	8.98	8.94	0.04
Área administrativa ³	11,649.72	1.16	0.93	0.23
Caminos de servicio/canales	106,383.62	10.64	10.14	0.50
Sitios de almacen suelo orgánico	276,395.37	27.64	27.64	0.00
Total afectación directa por obras mineras	3,729,857.86	372.99	360.16	12.82
Áreas intermedias de producción	1,547,842.70	154.78	150.46	4.32
Área total obras mineras	5,277,700.56	527.77	510.63	17.14
Área total para cambio de uso de suelo	5,277,700.56	527.77	510.63	17.14
Total polígono del proyecto	7,567,880.79	756.79	734.09	22.70

¹ Incluye: planta de adsorción, laboratorio de ensayos, almacén de reactivos, almacén de residuos peligrosos, oficina de proceso, estacionamiento)

² Incluye: pileta agua limpia, contenedor de diesel y gasolina, taller mecánico, estacionamiento, oficinas mina y taller,alm. de residuos peligrosos)

³ Incluye: oficinas generales, almacén general, estacionamientos

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Agua Superficial

Para el agua superficial los impactos adversos se darán mayormente en el patrón de drenaje, variación de flujo y calidad principalmente por los desmontes, cortes, rellenos y compactación, durante la etapa de preparación del sitio y construcción, así como por la depositación de material estéril en la tepetatera (terreros). Las potenciales fugas o derrames de sustancias o soluciones de proceso son actividades que pueden dañar la calidad del agua superficial de los arroyos cercanos.

El análisis realizado indica que la mayoría de estos efectos son controlables y parcialmente reversibles en caso de presentarse.

Los principales cursos de agua superficial en el área de estudio, son los arroyos "El Fandango" y "San Antonio", ambos arroyos intermitentes, el primero es tributario del segundo y se convierten en arroyo Texcalama que drena por la planicie aluvial que recarga el acuífero Los Planes, en el cual se explotan pozos profundos para actividades agrícolas, como producción de hortalizas, aguas abajo del proyecto. Por su cercanía con las obras, se puede presentar a largo plazo algún efecto negativo por potenciales derrames, fugas o infiltraciones de soluciones de proceso. Por ello, se tomarán medidas preventivas tales como estudios de caracterización del entorno natural, monitoreo periódico de la calidad del agua y sedimentos, obras de impermeabilización y protección contra los escurrimientos pluviales. También se contará con un sistema de detección y colección de fugas en patios y piletas de proceso.

Agua Subterránea

Los componentes del agua subterránea que se verán afectados negativamente por la operación de la mina son la variación de flujo y el nivel freático principalmente debido al desagüe del tajo y el bombeo de agua subterránea para uso en el proceso. Se estima una demanda de agua para el proceso de 0.86 l/seg, mientras para el desagüe del tajo, se requerirá bombear un flujo de 8.8 litros/seg en la fase final, lo que representa solo el 2.49% de la extracción total que se realiza del acuífero aluvial aguas abajo del proyecto, que se ha calculado en 12.2 millones de m³/año (387 l/seg).

A nivel local la calidad del agua subterránea también puede presentar afectaciones por las potenciales fugas o infiltración de soluciones de proceso, para lo cual se contará con medidas de prevención como son la compactación e impermeabilización del patio, monitoreo de la calidad del agua subterránea y el sistema de detección y colección fugas en el patio y piletas de proceso. Los efectos del proyecto sobre el agua subterránea son en su mayor parte directos y a corto plazo, parcialmente reversibles y parcialmente controlables. Sin embargo, aspectos tales como posibles fugas o derrames de soluciones del proceso pueden representar efectos a largo plazo y no tan reversibles ni controlables en la calidad del agua subterránea.

Los estudios de línea de base incluyeron muestreos y análisis de agua de pozos existentes en la zona de estudio, mostrando que la calidad del agua ya se encuentra alterada en algunas zonas en parámetros como sólidos disueltos totales y algunos metales como arsénico.

Suelo

El suelo es el componente ambiental que más se verá afectado negativamente por el desarrollo de la mina, la principal afectación será en el cambio de la vocación del suelo,

por el desmonte y despalme de terreno, dicho impacto se dará en aproximadamente 527.77 hectáreas de terreno que ocuparán las obras mineras.

La capacidad de filtración para recarga del acuífero se verá disminuida con el desarrollo de las obras mineras, principalmente la zona del patio de lixiviación que requiere de una membrana impermeable y la zona de terreros. Parcialmente, estos efectos serán reversibles pues se darán medidas que llevarán a la restauración del suelo y de la cobertura vegetal en las áreas susceptibles de ello, tales como terreros, patio de lixiviación y otras obras.

En cuanto a la calidad del suelo se implementarán varias medidas de prevención y mitigación como son el sistema de contención de soluciones de proceso, planes de emergencia, remoción de residuos, entre otras. Otra actividad que pudiera contaminar el suelo son las potenciales fugas y derrames de hidrocarburos, pero esto se considera parcialmente reversible y parcialmente controlable.

De acuerdo a los estudios ambientales base, el suelo en la zona de estudio presenta contaminación por metales, principalmente arsénico, lo que se atribuye a la existencia de jales mineros históricos dispersos en la zona. Se ha estimado que existen 800,000 toneladas de jales con un contenido promedio de 4% de óxido de arsénico. La empresa MP está proponiendo, como parte de sus proyectos alternos al proyecto minero, un trabajo de investigación sobre la contaminación por arsénico en la zona con el objetivo de encontrar la forma de evitar que los jales expuestos dejen de contaminar el suelo, subsuelo y la cuenca de Los Planes.

Estrato rocoso

El estrato rocoso se verá afectado principalmente por las actividades de voladuras y extracción de mineral y material estéril, modificando los factores de recursos minerales, estructura y profundidad y estabilidad del mismo. Por la naturaleza de la extracción de minerales, los impactos a este componente natural son de largo plazo, irreversibles y, en el mejor de los casos, parcialmente controlables. No hay medidas de mitigación para estos impactos.

Atmósfera

Los atributos de la atmósfera que se verán afectados de mayor manera son la calidad del aire y la afectación por ruido. Para el caso de la calidad del aire, las actividades que más impactarán adversamente son el acarreo y acomodo de mineral y tepetate, la trituración del mineral, los efectos de la erosión eólica en áreas desprovistas de vegetación, la barrenación y voladuras y el riego de patio con soluciones cianuradas.

De no tomarse medidas de control se estima que solo la actividad de acarreo de material por los caminos de terracería, aportaría un promedio de 6.6 kg de partículas suspendidas totales (PST)/camión /km viajado y un promedio de 2.05 kg de partículas PM-10/camión/km viajado. Las medidas de mitigación y/o prevención que se tienen contempladas para estos impactos, son el riego de caminos y áreas de trabajo, un sistema supresor de polvos en planta de trituración, los estudios de caracterización del entorno ambiental, el mantenimiento de la maquinaria y equipo, y los monitoreos de la calidad del aire, entre otros, los cuales tendrán efectos a corto plazo.

Se ha realizado una modelación de la dispersión de partículas en la zona del proyecto (Anexo II-7 del MIA), simulando las emisiones que se aportarían por la operación minera, resultando un promedio máximo anual de 50 microgramos/m³ en la zona más cercana al proyecto. Mientras que el cuarto valor máximo promedio en 24 horas

resultó en 256 microgramos /m³ en la zona cercana al proyecto. Los poblados que se pudieran ver afectados por las emisiones de partículas, de acuerdo a la dirección de los vientos dominantes, son en primer término San Antonio, seguido por Agua Blanca, San Antonio de la Sierra y Los Planes. La empresa instalará y operará una red de monitoreo de la calidad del aire en sitios de interés.

En cuanto al ruido se considera que las actividades que más lo generarán son las voladuras, la operación de equipo de mina, la trituración de mineral y la extracción y el cargado de material. En todos los casos son efectos puntuales, a corto plazo y completamente reversibles. No se contemplan medidas de mitigación para este impacto.

Paisaje

Uno de los aspectos que más se afectarán negativamente es sin duda el paisaje. Los efectos sobre este componente natural son en su mayoría a corto plazo, irreversibles e incontrolables. Los aspectos que más se verán afectados son la calidad paisajística, fragilidad y sensibilidad. El paisaje en forma general será impactado en primera instancia por los desmontes y despalmes, y posteriormente por las actividades de cortes, rellenos y conformación de apilamientos de mineral y tepetate. Algunos de estos impactos podrían ser parcialmente reversibles a largo plazo mediante la restauración y reforestación del lugar.

Flora

Otro aspecto del medio natural que será afectado es la flora por los cambios en las condiciones de hábitat y la eliminación de la cobertura vegetal en aproximadamente 527.77 ha de terreno natural que será desmontado para dar cabida a las obras mineras.

La especie protegida palo fierro (*Olneya tesota*) y otras de interés biológico y local, se verán afectadas significativamente por los desmontes y despalmes, pero se espera una recuperación de éstas durante el rescate de las mismas, por la operación del vivero y en la fase de abandono al implementar el plan de restauración ecológica.

Las obras mineras se diseñaron de tal forma que no se realicen desmontes en la zona más cercana a los arroyos principales, respetando los márgenes de los arroyos Fandango y San Antonio. La única afectación a la zona riparia será por la intercepción de una sección del patio con la zona de escurrimientos del abanico aluvial, y la construcción de un bordo de protección de erosión en el lado del patio contiguo a estos escurrimientos. Pero esta obra de protección es necesaria para dar mayor seguridad de las operaciones mineras.

El rescate del suelo fértil para utilizarlo en actividades de restauración será una de las medidas más importantes para mitigar el impacto del proyecto en la cobertura vegetal.

Fauna

En cuanto al indicador fauna se considera que todos los grupos se verán afectados por los desmontes y despalmes, especialmente los mamíferos, reptiles, invertebrados y aves.

Algunos ejemplos de especies en categoría de protección que se afectarán son:

El ave pequeña insectívora conocida como mosquero de la laguna (*Empidonax difficilis cineritus*) endémica de la sierra de La Laguna. La iguana de palo (*Ctenosaura*

hemilopha), la lagartija canarro (*Sceloporus zosteromus*), la cachora arroyera (*Callisaurus draconoides*) y la cachora mezquiteira (*Urosaurus nigricaudus*).

En la fase de operación, el sistema de contención de soluciones de proceso y el riego de mineral puede afectar adversamente a las aves que serán atraídas por el agua almacenada. Se colocarán mallas o cubiertas en las piletas y dispositivos para ahuyentar las aves de las áreas de proceso.

Para el caso de los mamíferos y los reptiles, se están considerando colocar cercos de protección para que no ingresen a las áreas mineras, pero no se podrá evitar al 100% que se vean afectados por las voladuras, ya que las vibraciones y ruido de estas tienen un radio de acción más allá de la zona de minado. Algo que se espera sea beneficioso para la fauna es el rescate y reubicación de las especies protegidas principalmente, sobre todo los reptiles.

Socioeconomía

Como en cualquier proyecto productivo, la socioeconomía de la región es el principal indicador que se ve impactado benéficamente, esto dado principalmente por la contratación de personal, que genera empleos temporales del tipo directos e indirectos. Se estima que se generarán 500 empleos directos en la etapa de construcción y 350 empleos directos en la etapa de operación.

En cuanto a los servicios e infraestructura, las acciones que impactarán son: consumo de bienes y servicios, la introducción de servicio de energía eléctrica y el equipamiento de sistemas de abastecimiento de agua, entre otros.

La empresa MP pretende desarrollar algunos proyectos alternos de desarrollo económico y social (Anexo II-5 de la MIA), aprovechando la vocación y potencial de la zona en cuanto a actividades agropecuarias y turísticas. Estos proyectos tendrán una repercusión muy positiva en las comunidades de la región.

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES

En el proyecto minero San Antonio se manejará un total de 10 sustancias principales, de las cuales el cianuro de sodio y el nitrato de amonio convierten al proyecto en una actividad de alto riesgo de acuerdo al Primer y Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas (LAAR), por lo que el análisis de riesgo se enfocó a las actividades relacionadas con el manejo de estas dos sustancias y también el diesel, que aunque no aparece en los LAAR, se incluyó por el considerable volumen a manejar.

Las actividades inherentes al desarrollo del proyecto San Antonio fueron revisadas a detalle, identificando y evaluando los potenciales eventos de riesgo que habrá que prevenir, atenuar o reducir de tal suerte que no se exponga peligro alguno al entorno del proyecto.

A partir de la descripción del proyecto y el análisis de los posibles eventos de riesgo, se tiene que la situación general que presenta el proyecto en materia de riesgo ambiental es de moderada a alta, por el uso del cianuro de sodio y dado que al menos uno de los peores eventos de riesgo analizados (derrame de solución cianurada por falla en la contención de las piletas de sobreflujo) implicaría una afectación más allá de los límites del predio del proyecto. Además las condiciones de fenómenos naturales como huracanes y sismos que se pueden presentar en la zona obligan a considerar este evento.

El análisis de los riesgos ambientales, principalmente por el manejo de sustancias químicas, y las medidas de seguridad a aplicar, se presentan en el Anexo II-8 de la manifestación de impacto ambiental, que consiste en el Estudio de Riesgo Ambiental para el proyecto minero San Antonio.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN QUE SE PRETENDEN ADOPTAR

A continuación se describen las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales provocados por la ejecución de obras y actividades en el proyecto minero San Antonio.

Agua superficial

- Para el diseño del patio de lixiviación se realizó una evaluación de los escurrimientos pluviales para identificar las zonas susceptibles de inundación y se propusieron obras hidráulicas como bordos de protección de erosión y canales para desviación de escurrimientos pluviales (Anexo II-4).
- Deberá llevarse a cabo durante las etapas iniciales de operación de la mina un estudio de modelación del comportamiento de los factores relacionados al flujo de agua superficial; para determinar el posible efecto que tendrá la explotación del tajo en el almacenamiento y la calidad del agua en esta área.
- El patio de lixiviación y piletas de soluciones y sobreflujo contarán con un sistema de doble capa impermeable. El sistema de piletas tendrá capacidad para contener en todo momento un evento máximo de lluvia de 100 años/ 24 horas para evitar derrames a los cuerpos de agua natural. Además, todos los tanques y equipos de proceso donde se manejen soluciones estarán sobre plataformas de cemento con diques de contención y cárcamos de escurrimientos internos.
- Al finalizar la lixiviación se procederá a destoxificar el mineral agotado. Una vez que se pruebe que no hay riesgo de contaminación, los escurrimientos de esta zona se incorporarán nuevamente a los cauces naturales. Se deberá garantizar que cualquier solución que se descargue al entorno natural cumpla con la norma de descarga NOM-001-SEMARNAT-1996.
- Se construirán obras adecuadas como cunetas y bordos en caminos para evitar erosión y migración excesiva de finos a los arroyos y el terreno natural.
- Se cuidará que la tierra que sea necesario remover, sea usada en los rellenos de los mismos caminos evitando dejar material suelto en áreas de escurrimiento natural.
- Una vez terminados los trabajos de desmonte y despalme, se efectuarán actividades de compactación del suelo y de remoción de montones de tierra y residuos del desmonte ya que el drenaje local podría ser afectado; así mismo, deberá prevenirse la formación de cárcavas en las zonas desmontadas.
- El programa de monitoreo ambiental durante la vida útil del proyecto contempla muestreos periódicos al agua superficial y sedimentos de arroyos, con el fin de detectar y corregir cualquier alteración que pudiera atribuirse a las operaciones mineras.

- Deberá llevarse a cabo el estricto cumplimiento de los procedimientos para almacenar y llevar a cabo maniobras de carga y descarga adecuadas de las sustancias y soluciones del proceso de lixiviación. Las áreas específicas para llevar a cabo estos trabajos deberán estar impermeabilizadas y con diques de contención para en caso de derrames.
- Se realizarán inspecciones periódicas para detectar fugas o problemas mecánicos en la maquinaria. Los hidrocarburos de desecho se almacenarán temporalmente en contenedores adecuados para su posterior re-uso, retorno a los proveedores de aceite nuevo o confinamiento de acuerdo a la legislación vigente.
- Se llevará a cabo un programa de inspección constante de las tuberías y piletas de las áreas de proceso, con el fin de detectar oportunamente cualquier daño en las mismas. Todas las tuberías que transporten soluciones estarán instaladas sobre áreas impermeabilizadas.
- Se continuará con la realización de pruebas de caracterización geoquímica del tepetate, lo que será la base para establecer un adecuado plan de manejo para minimizar la exposición de roca con potencial de generar ácido.

Agua subterránea

- Una de las medidas de mitigación más importantes para la protección de esta componente, es la instalación del sistema impermeable en la base del patio de lixiviación. En caso de detectar un evento de contaminación del agua subterránea por los monitoreos, deberán llevarse a cabo medidas correctivas inmediatas. El detalle del sistema impermeable en patio y piletas se describe en la sección II.2.3 del Capítulo II.
- Se operará una red de pozos de monitoreo, aguas abajo del patio de lixiviación y áreas de proceso, y en el área de influencia del proyecto.
- Se realizará un estudio de modelación del comportamiento de los factores relacionados al flujo de agua subterránea; para determinar el posible efecto que tendrá la explotación del tajo y las condiciones del mismo en la etapa de abandono.
- Se elaborarán procedimientos adecuados acerca del manejo seguro y eficiente de sustancias como combustibles y lubricantes utilizados en la maquinaria y equipo de mina.
- Todas las tuberías que transporten soluciones estarán instaladas sobre áreas impermeabilizadas. Todas las piletas de proceso tendrán un sistema de doble membrana impermeable, para evitar fugas al subsuelo. El diseño de las mismas se realizará con base en un evento máximo de lluvia de 100 años/ 24 horas para evitar derrames. Además, todos los tanques y equipos de proceso donde se manejen soluciones estarán sobre plataformas de cemento con diques de contención y cárcamos de escurrimientos internos.

Suelo

- Se deberá implementar un programa de protección de suelos para el área del proyecto San Antonio, el cual definirá una serie de obras y medidas para la conservación y protección del suelo contra la erosión. Entre las principales actividades de este programa estarían: rescate y resguardo de suelo fértil,

obras de control de erosión como bordos, gaviones, caminos; obras de estabilidad de taludes y control de cárcavas.

Uno de los proyectos alternos que está proponiendo MP es el proyecto "Propuesta de Mejoramiento de los Servicios Ambientales en la Microcuenca del Arroyo San Antonio" (Ver Anexo II-5). Se incluyen en esta propuesta medidas importantes para la conservación del suelo, a partir de obras de retención y reforestación, en toda la microcuenca.

- Se recuperará el suelo orgánico en las áreas que sea posible y se almacenará para posteriores actividades de reforestación en áreas pertinentes. Se han asignado dos sitios para almacenamiento de suelo (Ver figura II.4, en el Capítulo II).
- El sitio de almacenamiento temporal del suelo rescatado debe contar con medidas de protección que eviten pérdidas por erosión eólica o pluvial.
- Como parte de los estudios base de caracterización ambiental del sitio y de acuerdo a otras investigaciones y trabajos en la zona, se conoce que existe contaminación del suelo, principalmente por arsénico, atribuibles al arrastre y depositación de compuestos de arsénico que en forma natural ocurren en la rocas y por los desechos de jales y terreros producto de la minería histórica en la zona.

La empresa ha tenido la iniciativa de solicitar una investigación a detalle para encontrar la forma de controlar y mitigar los agentes contaminantes del suelo. Por lo que otro de los proyectos alternos que propone MP es el proyecto de "Mitigación de la Contaminación por Arsénico" que realizarán investigadores de la UNAM reconocidos en la remediación de contaminantes en la minería. El objetivo de esta investigación es encontrar la forma para que los materiales expuestos dejen de contaminar el suelo, subsuelo y la cuenca de Los Planes.

- Los materiales y sustancias que se almacenen en este lugar deberán ser manejados de manera tal que se eviten derrames de líquido sobre el suelo y se evitará al mismo tiempo la acumulación de basura en el sitio.
- El impacto a la fertilidad del suelo podrá ser mitigado al final de la vida útil del proyecto, cuando se rehabiliten y se coloque una capa de al menos 20 cm de suelo orgánico rescatado y se reforesten los sitios de las tepetateras, patio destoxificado y otras áreas expuestas a la erosión.
- Actualmente el grado de erosión del suelo en el sitio se considera muy bajo, con excepción de las zonas con cortes abruptos (cañadas) y márgenes de los arroyos. Una vez terminados los trabajos de construcción deberá prevenirse la formación de cárcavas y reforestar las áreas que no serán usadas para construcción de obras o caminos.
- Deberá llevarse a cabo la estabilización de taludes y reforestación de las zonas conforme vayan llegando a la altura de niveles preestablecida.

Estrato rocoso

- Se trabajará conforme a un plan de minado que contempla medidas de protección y seguridad con base en un estudio de estabilidad de las obras del tajo. Este plan de minado previene deslizamientos severos para evitar accidentes dentro de las áreas de trabajo. Anexo II-1.

Atmósfera

- Para mitigar el efecto de las emisiones de polvo y partículas debido al tránsito de vehículos y maquinaria por los caminos existentes, se recomienda el riego periódico de dichas vías. Se evaluará la conveniencia de aplicar con el riego, sustancias paliativas, siempre y cuando no contaminen y sean amigables con el medio ambiente.
- Los camiones que transporten los materiales en caminos de terracería, deberán de transitar a una velocidad moderada para evitar la dispersión del material y el levantamiento excesivo de partículas del suelo.
- Los vehículos deberán circular con el escape cerrado. Se debe cumplir con la Norma NOM-080-ECOL-1994 que establece límites máximos permisibles de emisión de ruido para vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.
- El equipo y maquinaria deben estar sujetos a un mantenimiento periódico de acuerdo a las especificaciones técnicas del mismo.
- Se disminuirá la generación de ruidos manteniendo el equipo y maquinaria en buen estado. Se cumplirá con la NOM-081-SEMARNAT-1994, que establece los límites permisibles de ruido provenientes de fuentes fijas.

Flora

- Se deberá implementar un "Programa de Protección de Especies de Flora en el área del proyecto San Antonio". El programa deberá incluir entre otras cosas:
 1. Selección de las especies de interés a rescatar previo al desmonte del terreno.
 2. Marcaje y rescate de las especies seleccionadas
 3. Resguardo y trasplante de las especies rescatadas
 4. Monitoreo y mantenimiento de las áreas de trasplante
 5. Colecta de semilla de especies nativas en las áreas naturales circundantes al proyecto.
- Las especies en protección o de interés regional, que se localicen en el área del proyecto, deben ser protegidas, según el caso, mediante proyectos de conservación y recuperación o mediante el establecimiento de medidas especiales de manejo y conservación del hábitat, conforme a lo que establece la Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento, y apegándose a la normatividad de referencia.
- Previamente a las actividades de desmonte, se deben identificar las especies arbóreas que se conservarán *in situ* o se integren al diseño de áreas verdes, así como las especies biológicas de especial interés susceptibles de trasplante, y aquellas con algún tipo de valor regional o biológico.
- El corte será selectivo y se llevarán a cabo los trabajos de selección de especies aprovechables minimizando la alteración de áreas que no serán afectadas por los trabajos de construcción.

- Se deben definir y ubicar superficies cercanas al área de afectación con dimensiones y condiciones ambientales que permitan reubicar, trasplantar, reforestar o, en su caso, reproducir a partir de material parental nativo, una cantidad de individuos de especies con alguna categoría de riesgo, endémicas, y de difícil regeneración, similar a la original.
- Las labores de reubicación, trasplante y monitoreo se deben realizar con métodos que garanticen una sobrevivencia del 95%, o superior, de los ejemplares reubicados o trasplantados; de no ser posible se remplazarán los ejemplares de flora muertos por individuos de la misma especie obtenidos o producidos en viveros.
- Se dará especial atención a las especies protegidas, de interés ecológico, de lento crecimiento y a las usadas por los habitantes de la región; se procurará el rescate de especímenes jóvenes.
- Los recursos forestales del desmonte que no sean aprovechados, como troncos, ramas, se incorporarán al suelo orgánico que se almacenará para ser utilizado posteriormente en acciones de restauración.
- Al final de la vida útil del proyecto se realizarán actividades de rehabilitación del sitio y reforestación de áreas usadas para obras mineras.

La empresa presentará previo al cierre de las operaciones mineras, el plan detallado de abandono y restauración de las áreas afectadas.

Fauna

- Se deberá implementar un "Programa de Protección de Especies de Fauna en el área del proyecto San Antonio". El cual debe contener al menos lo siguiente:
 1. Selección de las especies de fauna con más viabilidad de rescate y re-localización en áreas naturales aledañas al sitio del proyecto. Dándole prioridad a las especies protegidas que se identificaron en el sitio.
 2. Describir las técnicas de rescate que se aplicarán según la especie seleccionada.
 3. Identificación de sitios de anidación, guaridas, o áreas que representen un hábitat potencial para las especies de interés seleccionadas.
 4. Monitoreo continuo de las áreas a desmontar
- Con anterioridad a las actividades de desmonte se ahuyentará la fauna existente y se reubicarán los nidos de especies protegidas, en el caso de encontrarse.
- El desmonte se llevará a cabo en forma unidireccional exclusivamente en el espacio necesario para la construcción, disminuyendo con ello, la afectación a la fauna.
- Quedará estipulado que todos los empleados y contratistas de la empresa minera tienen prohibida la recolección, captura y caza de especies de fauna silvestres, tanto en el área del proyecto como en los alrededores.
- Para la protección de las aves, se instalarán mallas o esferas que cubran las piletas donde se almacenarán las soluciones cianuradas y se instalarán dispositivos para ahuyentar las aves.

- Para evitar el acceso de mamíferos, se instalarán cercos de seguridad en las áreas de procesos y en algunas zonas de mayor riesgo se controlará la entrada de especies de talla pequeña mediante la instalación de cercos de configuración más cerrada.

Se dará mantenimiento constante a los cercos de las instalaciones mineras donde se deba restringir el paso de la fauna.

Paisaje

- El impacto al paisaje tratará de ser minimizado durante la operación de la mina en las áreas que vayan siendo terminadas (como tepetateras) y principalmente al final de la vida útil del proyecto, en la etapa de abandono mediante la suavización de taludes y reforestación.
- Al completarse el minado, los taludes de los terreros tienen que ser suavizados previo al establecimiento de la cobertura vegetal, siendo el ángulo recomendado de 28° o menos inclinado, para favorecer el establecimiento de la vegetación.

Una vez terminados los trabajos se procederá a estabilizar las áreas que no serán usadas para construcción de otras obras mineras; rehabilitando el sitio y reforestando con especies nativas, hasta donde sea posible, toda la zona afectada.

PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Las acciones de monitoreo que se proponen deben de revisarse y acordarse con las autoridades en lo relacionado con la frecuencia, intensidad y duración de los monitoreos, según los parámetros y condiciones a vigilar y en cumplimiento con la normatividad aplicable. En la siguiente tabla se muestran las acciones de monitoreo propuestas para el proyecto San Antonio:

Tabla 5. Programa de monitoreo de agua, sedimentos, suelo y aire

Monitoreo de:	Variables a considerar	Normatividad aplicable	Puntos de monitoreo	Periodicidad
Calidad de aguas subterráneas	Se compara con la calidad de fondo o calidad inicial	NOM-127-SSA1-1994	Pozos de monitoreo existentes y propuestos (Ver figura VII.1)	Trimestral o más frecuente si se detecta un problema.
Calidad del agua superficial	De acuerdo a los criterios de calidad según los usos del cuerpo de agua	CE-CCA-001/89	Sitios de muestreo de agua superficial en los arroyos locales (indicados en la figura VII.1)	Trimestral
Calidad de sedimentos de arroyo	Metales totales (As, Cu, Ni, Cd, Pb, Au, Ag, Se, Hg, Cr)	Condiciones iniciales de calidad	Sitios de muestreo de sedimentos (indicados en la figura VII.1)	Cada 6 meses
Calidad de agua de descarga (fosas sépticas /efluente de la planta de tratamiento)	De acuerdo a la norma de descarga	NOM-001-SEMARNAT-1996	En los puntos de descarga de las fosas sépticas/planta de tratamiento de aguas residuales.	Cada 6 meses para las fosas sépticas, y cuando sea necesario en la descarga de planta de Tto.

Tabla 5 Cont.....

Monitoreo de:	VARIABLES a considerar	Normatividad aplicable	Puntos de monitoreo	Periodicidad
Caracterización de residuos	Revisar con la norma si los residuos clasifican como peligrosos	NOM-157-SEMARNAT-2009.	A todos los residuos que se generen en la operación minera (tepetate, mineral agotado, etc.)	Cuando se requiera, previo a establecer planes de manejo de residuos
Calidad del suelo	Se deberá comparar con la calidad de fondo y con la norma para remediación de suelos contaminados	NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004 NOM-138-SEMARNAT-SS-2003	En sitios donde se susciten derrames o se presuma se afectó la calidad del suelo	Cuando ocurra algún derrame considerable de soluciones de proceso, sustancias químicas o hidrocarburos.
Calidad del aire en planta trituradora	Partículas	NOM-043-SEMARNAT-1993		Trimestral
Calidad de las emisiones de los generadores diesel	SOx, partículas, NOx, humos	NOM-085-SEMARNAT-1994	Emisiones en los generadores	Semestral o trimestral, según la capacidad del equipo
Calidad del aire ambiente	Partículas (PST y PM-10)	NOM-035-SEMARNAT-1993 NOM-025-SSA1-1993 NOM-026-SSA1-1993	A partir del límite exterior del predio del proyecto (se recomienda un punto en las zonas poblada más cercanas)	Al menos 1 semana en cada estación del año. Semanal si es en área poblada
Ruido ambiental	Decibeles	NOM-081-SEMARNAT-1994		Anual
Volumen y tipo de residuos peligrosos a generar por mes	Registro en bitácora (gráfica de tendencias)	Reglamento de la LGPGIR NOM-157-SEMARNAT-2009		Mensual
Consumo mensual de sustancias químicas	Registro en bitácora (gráficas de tendencias)	Historial		Mensual
Consumo mensual de aceites y lubricantes	Registro en bitácora (gráficas de tendencias)	Historial		Mensual
Biomonitoreo en el área del proyecto San Antonio				
Monitoreo	VARIABLES a considerar	Normatividad aplicable		Periodicidad
Registro de rescate de especies de flora y producción de plantas en vivero	Porcentaje de sobrevivencia, cantidad y tipo de plantas producidas	Cumplimiento a condicionantes de SEMARNAT		Cada vez que se realicen rescates y trimestralmente
Registro de superficie desmontada y superficie reforestada/restaurada	Superficie (hectáreas)	Compromisos de compensación/restauración)		Cada 6 meses
Registro de indicadores del estado de conservación del recurso flora	Parámetros poblacionales como: densidad, cobertura, biomasa forestal, etc.	Información que soportará los programas de restauración de la mina		Cada 6 meses
Observaciones del estado de la fauna silvestre	Observaciones de ausencia/presencia de fauna (aves, mamíferos, etc.).	Información que soportará los programas de restauración de la mina		Cada 6 meses

Se recomienda como parte del biomonitoreo, seleccionar una o dos parcelas fuera de las áreas a afectar por las obras mineras, preferentemente sitios que se hallan incluidos en los estudios ambientales base, donde se lleven registros anuales de indicadores del estado de conservación de los recursos de flora y fauna. Para la flora medir parámetros poblacionales como densidad, cobertura, biomasa forestal, etc.; para la fauna se sugieren observaciones sobre la presencia/ausencia de aves, mamíferos, etc. Esto con el propósito de evaluar el impacto del proyecto sobre el funcionamiento del ecosistema circundante.

Al realizarse los monitoreos ambientales, también se brinda una mayor seguridad a la comunidad, ya que se puede conocer si hay algún desequilibrio y si lo hay atender el problema; esto nos beneficia al momento de saber que estamos consumiendo agua limpia o también cuando sabemos que respiramos un aire libre de contaminantes que pudieran ser causados por la minería.

Además de que resaltaría el compromiso de la minería con la sociedad, de que se están atendiendo los problemas que pueden surgir a lo largo de la vida de un proyecto minero.

CONCLUSIONES

El proyecto minero San Antonio contempla el desarrollo de una unidad minera para la explotación de un yacimiento de oro por el método de tajo a cielo abierto y el beneficio mediante el proceso de lixiviación cianurada en montones y la adsorción en columnas de carbón. Para ello, se utilizará un terreno ubicado aproximadamente a 7 km al NE de San Antonio, B.C.S., cuyo uso actual corresponde a la cría extensiva de ganado y que se encuentra en una zona que tradicionalmente se ha dedicado a la actividad minera, en años recientes también se da la exploración minera directa, lo que ha llevado a la apertura de planillas y caminos de exploración, dada su vocación y potencial.

La inversión para desarrollar el proyecto San Antonio se estima en \$71 millones de dólares americanos, con un período de retorno de 3.8 años. Esta suma incorpora, además de los costos propios de construcción y operación del proyecto, aspectos de protección al ambiente, el programa comunitario y la restauración de áreas afectadas. Durante la etapa de desarrollo, se generarán aproximadamente 500 empleos y en la de operación aproximadamente 350.

La vida útil del proyecto será de 14 años, de los cuales 2 años serán para diseño y construcción, 10 años de operación y 2 años para el cierre y la restauración. Sin embargo, la vida útil puede extenderse dependiendo de los resultados de exploraciones y evaluaciones posteriores de la zona.

El polígono a ocupar es de 756.79 has donde predominan la vegetación tipo selva baja caducifolia en transición con matorral sarcocaulé, estando ya perturbadas 22.7 has por caminos, carretera y obras asociadas. En forma directa, las obras mineras afectarán 527.77 has. A diferencia de otros lugares en la región, en el sitio del proyecto no existe la aptitud para el desarrollo de la agricultura ni el aprovechamiento forestal que no sea, si acaso, para uso doméstico como la extracción de leña muerta y de postería para cercos.

El área no pertenece a ninguna área natural protegida ni a Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS), o similares. Tampoco existen condiciones de rareza o singularidad en ninguno de los componentes del medio físico, biótico, cultural,

histórico o social, que implique la necesidad de preservación.

En la región del proyecto históricamente se ha practicado la minería, lo que en el pasado dio como resultado la disposición no regulada ni cuidada de residuos, tales como jales, terreros y antiguas instalaciones, lo que ha impactado la calidad del suelo en la zona, sobre todo en las rutas del drenaje superficial, como se pudo demostrar con el muestreo realizado en el sitio sobre todo en el caso del arsénico y el cadmio, metales que mostraron los valores más altos.

Las obras mineras propuestas se construirán en la microcuenca denominada arroyo San Antonio-arroyo El Fandango-arroyo Texcalama, en las inmediaciones donde confluyen estos cursos de agua.

Algunos de los componentes críticos o de mayor vulnerabilidad identificados en la unidad ambiental del sitio del proyecto son:

- La repercusión al suelo por los desmontes y despalmes así como la derivada de la generación, transporte y acumulación de partículas sólidas y sedimento producto de la erosión de las áreas sin cubierta vegetal incluyendo los apilamientos de material.
- La afectación atmosférica por la generación potencial de polvos por las actividades mineras, tales que el transporte, triturado y descarga y acumulación de materiales, los cuales pueden ser llevados por los vientos a lugares mucho más allá del polígono minero.
- La pérdida de funcionalidad y de biomasa vegetal por la afectación de 527.77 has por las obras mineras, lo que afectará los servicios ambientales que se derivan de esta componente ambiental, entre ellos están: la formación de suelo, erosión del suelo, uso del hábitat por vertebrados, perchas para anidación y producción primaria neta.
- La potencial contaminación del arroyo San Antonio-arroyo Texcalama, y las partes bajas de su microcuenca, en caso de algún derrame accidental o fuga de las soluciones cianuradas utilizadas para la recuperación del oro. Igualmente es importante considerar la posible afectación a la calidad del suelo y del agua subterránea por estos eventos potenciales. Cabe mencionar las condiciones de los pozos San Antonio, Álamo, Texcalama, la Fortuna y el Aguajito por sus condiciones de cercanía al predio, ya que presentan las más altas concentraciones de arsénico, cerca de ahí se encuentran antiguas ruinas (la columbina) donde se procesaba mineral. El pozo Texcalama, enseguida el Álamo, llama la atención porque tiene rastros de cianuro, que no se había presentado, porque el cianuro se descompone a la intemperie, por lo que se puede sospechar que existe a nivel clandestino extracción de mineral, de hecho se ha comentado en los medios de comunicación. El pozo Aguajito, está a un lado de un tiro de mina derrumbado, por lo que como antes se mencionó, se puede sospechar aprovechamiento clandestino, no se sabe si hay algún tipo de conexión subterránea entre el Aguajito y el Texcalama. Todos los pozos presentan concentraciones de arsénico por arriba de lo que marca la OMS. El pozo La Fortuna, tiene problemas de grasas, pero debido a derrames puntuales de aceite, posiblemente de la operación de la bomba.
- La afectación local al régimen de flujo, al nivel freático y a la calidad del agua subterránea por el desagüe que requiere la operación del tajo y el bombeo de agua a utilizar en el proceso, lo cual puede tener efectos locales y en la zona.

Se puede decir que la mayoría de los potenciales impactos adversos al ambiente que

producirá este proyecto minero, podrán ser mitigados en diferentes grados de acuerdo a las medidas que se proponen en el capítulo VI de esta manifestación de impacto ambiental. El programa de monitoreo ambiental que se propone será una de las acciones más importantes a implementar en todas las fases del proyecto, ya que su finalidad es detectar oportunamente y tomar las medidas pertinentes en caso de alteraciones considerables en el entorno natural atribuibles a las operaciones mineras.

En cuanto al riesgo ambiental, en el proyecto minero San Antonio se manejará un total de 10 sustancias principales, de las cuales el cianuro de sodio y el nitrato de amonio convierten al proyecto en una actividad de alto riesgo de acuerdo al Primer y Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas (LAAR), por lo que el análisis de riesgo se enfocó a las actividades relacionadas con el manejo de estas dos sustancias y también el diesel, que aunque no aparece en los LAAR, se incluyó por el considerable volumen a manejar.

De acuerdo a los radios de afectación resultantes en la modelación de riesgos, se destaca que las distancias de interés de alto riesgo y salvaguarda no quedan contenidas en su totalidad dentro de las instalaciones mineras. Los radios de afectación alcanzan terrenos aledaños al predio, particularmente en el muy remoto caso del evento de falla catastrófica de las piletas de sobreflujo, lo que afectaría terrenos aguas abajo de las instalaciones mineras, sobre el curso del arroyo que recibiría la descarga.

Para el diseño y construcción de las instalaciones del proyecto minero San Antonio se aplicarán los mejores criterios y la mejor tecnología disponible en virtud de las sustancias a manejar, que por sus características de toxicidad, inflamabilidad o explosividad podrían ocasionar daños a la salud o al ambiente en el remoto caso de que exista algún incidente en su manejo y/o almacenamiento. El proyecto debe contemplar además medidas y obras de protección para resistir las condiciones ambientales extremas que se pueden presentar en el sitio como son huracanes y sismos moderados.

De los principales aspectos a vigilar en el desarrollo de este proyecto está la adecuada construcción, operación y cierre del patio de lixiviación y áreas de proceso donde se manejarán las soluciones de cianuro y otros productos químicos. La empresa se apegará estrictamente a lo que establece la NOM-155-SEMARNAT-2007 sobre los procedimientos de protección ambiental para sistemas de lixiviación de oro y plata.

También se hará mucho énfasis en el adecuado manejo del tepetate el cual quedará depositado en forma permanente en las tepetateras. Una condición favorable es que las pruebas iniciales de caracterización geoquímica del tepetate, indican que solo el 2.78% del total del tepetate que se producirá resultó ser roca generadora de ácido, aunque la lixiviación natural de arsénico en este material ha registrado un valor promedio de 0.269 mg/l, por lo que es un tema que se está investigando y requiere considerarse en los planes de manejo del tepetate. Lo favorable es que el bajo porcentaje de material que resultó generador de ácido, puede quedar recubierto por el resto de tepetate que resultó inerte y/o sobre el patio de lixiviación.

En cuanto al mineral agotado que quedará en el patio al término de la lixiviación, las pruebas de toxicidad que se han realizado a la fecha muestran que un buen porcentaje de las muestras analizadas, provenientes de pruebas de columnas, han mostrado ser generadoras de ácido, lo que será confirmado con pruebas cinéticas actualmente en proceso. En cuanto a la lixiviación de metales, el arsénico sigue siendo el parámetro de preocupación ambiental, ya que se detecta en las soluciones de drenado de este material con un valor promedio de 0.482 mg/l. Esto será contemplado en el plan de

cierre y restauración del patio de lixiviación para garantizar que el patio sea destoxificado o estabilizado de tal forma que cualquier descarga del patio al entorno natural cumpla con la norma de descarga NOM-001-SEMARNAT-1996.

Complementario a lo anterior, con el propósito de fortalecer las medidas a implementar para prevenir la contaminación del área, y como una contribución de la compañía a la resolución de la problemática regional, la empresa MP está proponiendo, como parte de sus estudios alternos al proyecto minero, el desarrollo de un proyecto de investigación sobre la contaminación por arsénico en la zona que es atribuida a los jales y otros desechos mineros antiguos impactando al suelo, subsuelo y otros componentes naturales de la cuenca de Los Planes. Cabe mencionar que otros proyectos alternos en consideración están relacionados con aspectos económicos y sociales con el objeto de incidir positivamente en las comunidades de la región.

Los beneficios de este proyecto incidirán en la componente socioeconómica, principalmente por la generación de empleos y la demanda de bienes y servicios en la región, lo cual ayudará a mitigar la problemática regional de migración de la población a causa de la insuficiencia de oportunidades de empleo estable. Son los impactos benéficos en esta componente los que permitieron obtener un balance positivo en el análisis de los impactos del proyecto. De tal forma que de no considerar esta componente, el impacto del proyecto en el resto de las componentes del ambiente resulta negativo. Es entonces muy importante que, dado el carácter temporal de los proyectos mineros, además de las medidas estrictas de protección al ambiente, se implemente un buen programa de beneficios a las comunidades cercanas.

También de gran importancia será la formulación y ejecución, desde la fase de operación, del programa de abandono y restauración de la mina, para lo cual se deberá de tomar en cuenta el uso o usos del terreno posterior a la minería y la aceptación que se tenga por parte de las comunidades en la zona de influencia del proyecto.