

PLAN DE CIERRE CONCEPTUAL
MINA “EL COFRE” Y PLANTA DE BENEFICIO “LA INMACULADA”
CONSORCIO DE INGENIEROS EJECUTORES MINEROS S.A.

1. INTRODUCCION

El presente Plan de Cierre Conceptual se presenta con el objetivo de dar cumplimiento a la normatividad ambiental vigente respecto al Cierre de Mina, establecidos en La Ley N° 280901, “Ley que Regula el Cierre de Minas”, su modificatoria y su reglamento, “Reglamento para el Cierre de Minas”, aprobado por DS 033-2005 EM.

1.1. Identificación del proponente:

El Titular de la unidad minera es el Consorcio de Ingenieros Ejecutores Mineros S.A. (CIEMSA)

1.2. Aspectos legales aplicables:

El presente Plan de Cierre Conceptual, se enmarca principalmente dentro de las normas legales siguientes:

- ✓ Constitución Política del Perú, Arts. 66 al 69.
- ✓ Ley General del Ambiente (Ley N° 28611)
- ✓ Ley Marco para el crecimiento de la Inversión Privada D.Legislativo N° 757(8 Nov. 1990).
- ✓ Código Sanitario D. S. N° 17505.
- ✓ Ley General de aguas D.L. N° 17752 (24-07-69) y sus modificaciones en los títulos I, II, III según D. S. N° 007-85-SA.
- ✓ Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería D.S. N° 014-92-EM (04-06-92).
- ✓ Reglamento del título décimo Quinto del Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería D. S. N° 016-93-EM y su modificatoria al reglamento mediante el D. S. N° 059-93-EM (13-12-93).
- ✓ La Ley N° 280901, “Ley de Cierre de Minas”.
- ✓ La Ley 28507 “Modificatoria de la Ley de Cierre de Minas”
- ✓ DS 033-2005 EM. “Reglamento para el Cierre de Minas”.

- ✓ DS 045-2006-EM “Modificatoria del Reglamento de cierre de Minas”
- ✓ Reglamento de Procedimientos Mineros D.S. N° 050-92-EM (08-09-92).
- ✓ Niveles máximos permisibles (NMP) para los efluentes líquidos minero-metalúrgico. R. M. N° 011-96-EM / VMM.
- ✓ Niveles máximos permisibles (NMP) para las emisiones gaseosas por R. M. N° 315-96-EM / VMM (16-07-96).
- ✓ Ley 27314 del 21-07-00, “Ley General de Residuos Sólidos”.
- ✓ Decreto Supremo N° 057-2004-PCM “Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos”.
- ✓ D.S. 074-PCM, “Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Aire.
- ✓ Decreto Supremo N° 085-2003-PCM “Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido”.

1.3. Ubicación de la unidad minera

El proyecto minero – metalúrgico “El Cofre” se encuentra ubicado en el paraje de Choquesani, distrito de Paratía, provincia de Lampa, departamento de Puno, a una altura promedio de 4500 m.s.n.m. y de acuerdo al mapa geológico del Perú, se ubica en el piso altitudinal subandino.

1.4. Objetivos

El objetivo del Plan de Cierre es realizar la restauración de las áreas disturbadas y devolver dichas áreas a una condición lo más parecida posible a su estado original. Esta labor incluirá la nivelación, estabilización y rehabilitación de las áreas donde se desarrollaron las actividades del proyecto.

La definición de los objetivos del plan de cierre considera los siguientes aspectos:

- ✓ Proteger la Salud y Seguridad pública
- ✓ Reducir y prevenir la degradación ambiental, mediante el control de la estabilidad física y geoquímica.
- ✓ Permitir el uso del área donde se desarrolló la actividad minera ya sea en su estado natural o como una alternativa aceptable.

1.5. Criterios de cierre

La definición de los criterios para el plan de cierre considerará los siguientes escenarios de cierre:

- **Abandono Técnico:** Ocurre cuando no se requieren actividades de cuidado y mantenimiento adicional después de concluidas las actividades de cierre de la planta concentradora.
- **Cuidado Pasivo:** Ocurre cuando existe una mínima necesidad de programas de cuidado y mantenimiento continuo en la etapa de post-cierre.
- **Cuidado Activo:** Esta condición requiere de programas de cuidado y mantenimiento post-cierre a largo plazo.

Para este proyecto las obras a ser propuestas priorizarán las actividades que conlleven soluciones de abandono técnico, para minimizar la carga sobre las acciones futuras de CIEMSA

El lugar de emplazamiento de la planta de beneficio y los terrenos afectados por las operaciones serán rehabilitados con el propósito de:

- Prevenir, mitigar y atenuar los impactos producidos por la disposición de relaves, anticipándose al final de las fases de operación y abandono para evitar la generación de pasivos ambientales.
- Proteger la salud humana y el medio ambiente, mediante el mantenimiento de la estabilidad física y química durante la etapa de cierre y abandono.
- Usar de manera beneficiosa el uso del suelo una vez que concluya la vida útil de la planta de beneficio.
- Reducir o prevenir la degradación ambiental

Por ello, este Plan se ha diseñado para asegurar como mínimo las siguientes condiciones:

- *Estabilidad Física:* Las superficies y estructuras que queden luego del cierre y abandono de la planta concentradora, deberán ser físicamente estables de forma que no se constituyan en un peligro a la salud y seguridad pública, como resultado de fallas o deterioro físico.
- *Estabilidad Química:* Las superficies y estructuras que queden luego del cierre del proyecto, deberán ser químicamente estables, no debiendo poner en peligro la seguridad y salud pública.
- *Uso del terreno y requerimientos estéticos:* El Programa de Plan de Cierre toma en consideración el uso del terreno luego del cierre y la productividad de los terrenos circundantes. Se espera rehabilitar el terreno para dejarlo compatible con el uso de terrenos aledaños.

2. COMPONENTES DE CIERRE

El presente Plan de Cierre Conceptual se presenta con el objetivo de dar cumplimiento a la normatividad ambiental vigente respecto al Cierre de Mina, establecidos en La Ley N° 280901, "Ley que Regula el Cierre de Minas", su modificatoria y su reglamento, "Reglamento para el Cierre de Minas", aprobado por DS 033-2005 EM.

2.1. Mina

La mina "El Cofre" es un yacimiento polimetálico cuya mineralización ocurre en estructuras de tipo relleno de fisuras (vetas) con rumbo promedio de N 20° E y buzamiento 65°-75 ° NO con contenido variable de minerales de plomo, plata, zinc y hierro .

La mina esta emplazada en un área donde predominan rocas volcánicas e intrusivas hipoabisales. La mineralogía es variada, encontrándose como minerales principales: argentita, polibasita, galena, esfalerita, calcopirita y como minerales de ganga: cuarzo, pirita, rodonita, rodocrosita y limonita.

El método de explotación en la mina "El Cofre", es el de almacenamiento provisional y en algunos casos corte y relleno ascendente.

El relleno es detrítico y proviene de los desarrollos a efectuarse en interior mina del desbroce que se efectuará en el Nivel 4550 y material detrítico de superficie de ser necesario.

Las perforadoras, son neumáticas: Jack Leg para los avances horizontales y Stoper para los avances verticales.

La rotura de mineral es de 80 TM / Guardia, 240 TM / día, 6000 TM / mes.

El volumen estimado de desmonte en operación será de 17 TM/ día, el cual es utilizado como material de relleno en los tajeos .

2.2. Planta de Beneficio

El Consorcio Ingenieros Ejecutores Mineros S.A. cuenta con una planta de beneficio de minerales complejos de Pb, Ag, Zn, esta planta se denomina La Inmaculada.

El método de concentración a emplearse será el proceso de flotación selectiva o diferencial de sulfuros; para obtener concentrados de plomo – plata y concentrados de zinc, como productos valiosos; y residuos sólidos denominados como relaves.

La Planta Concentradora trata 340 TMS/D en su máxima capacidad, minerales procedente de la mina El Cofre, cuyas leyes son:

Ag: 6.55 onz / tc

Pb: 4.30 %

Zn: 4.10 %

Los productos finales están constituidos por los concentrados de Pb-Ag (14.969 TMSD); concentrado de zinc (11.216TMSD) y los relaves (213.815TMSD).

Se estima una producción anual de:

Concentrado plomo – plata = 5.388,84 TMS

Concentrado Zinc = 4.037,76 TMS

Relave = 76.973,40 TMS

2.3. Cancha de Relaves

La unidad minera cuenta con una cancha de relaves dividada en varios sectores independientes y tienen una extencion de 20 ha.

2.4. Instalaciones auxiliares

La unidad minera cuenta con las siguientes instalaciones auxiliares:

- ✓ Campamento de empleados
- ✓ Laboratorio.
- ✓ Oficinas

Cuyas características generales son las siguientes:

- ✓ El material constructivo predominante es material noble
- ✓ Tiene una extensión aproximada de 2000 m²

3. DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES ACTUALES DEL ÁREA DEL PROYECTO

El propósito de este componente del servicio es describir la situación ambiental del área de influencia de la unidad minera, con la finalidad de conocer el grado de calidad de los componentes del medio ambiente (aspectos: físico, biológico, socio-económico y cultural), conociendo las interacciones y repercusiones ambientales que se presentan a nivel del estado actual de dicha área.

3.1. Componentes Generales:

3.1.1. Ubicación y Acceso

a. Ubicación :

El proyecto minero – metalúrgico “El Cofre” se encuentra ubicado en el paraje de Choquesani, distrito de Paratía, provincia de Lampa, departamento de Puno, a una altura promedio de 4500 m.s.n.m. y de acuerdo al mapa geológico del Perú, se ubica en el piso altitudinal subandino.

La presa de relaves será construida en las inmediaciones de la planta de beneficio, la misma que estará ubicada a mas o menos 100 m. de la plataforma de las cochas de desaguado de concentrados, es decir a 1 km. del pueblo de Paratía.

Coordenada UTM del Area de Concesión Mina

	Norte	Este
1	8'288,135	326,670
2	8'291,135	326,670
3	8'291,135	328,870
4	8'288,135	328,870

- **Coordenadas UTM del Area de Concesión Planta.**

	Norte	Este
1	8'292,059	328,382
2	8'291,789	328,382
3	8'292,059	328,982
4	8'291,789	328,982

b. Acceso

El acceso a la mina “El Cofre” se realiza por vía terrestre desde la ciudad de **Juliaca** por dos rutas según la siguiente tabla de distancias:

RUTA	DE	A	Km.	Tipo de vía	Tiempo (hr.)
A	Juliaca	Santa Lucia	62	Carretera Asfaltada	1
	Santa Lucia	Planta Beneficio	44	Carretera Afirmada	2
B	Juliaca	Lampa	32	Carretera afirmada	1
	Lampa	Planta de Beneficio	33	Trocha carrozable	1.5

3.2. Componentes Físicos

3.2.1. Geología y Sismicidad

a .Geología Regional

- **Geomorfología**

La zona en estudio está ubicada en una secuencia volcánica que aflora extensamente en la región altiplánica del sur del Perú, en la unidad morfoestructural comprendida entre las estribaciones orientales de la Cordillera Occidental y Cordillera Oriental, región adyacente a la sub unidad Puna altiplánica Occidental, al Oeste del lago Titicaca.

La Cordillera Occidental, en la franja que enmarca la región altiplánica está constituida por una cadena de montañas de dirección NO - SE, con picos que están sobre los 6.000 m.s.n.m, siendo el mas alto el nevado de Ampato con 6.288 m.s.n.m. Estas montañas están unidas a la altiplanicie conocida como Puna, región de pampas, colinas y mesetas altas de extensos afloramientos volcánicos que va desde los 4.500 a 5.000 m.s.n.m.

Según Laubacher, la construcción del altiplano moderno empezó a partir del Plioceno, por el juego en forma normal de fallas antiguas, la depresión así formada se rellenó con depósitos recientes: lacustres volcánicos, aluviales y flubioglaciales.

Los ríos de esta parte de la divisoria de la Cordillera Occidental drenan a la cuenca del lago Titicaca, recorriendo grandes extensiones y formando en su trayecto muchos meandros.

- **Litología.**

La litología predominante en la región que abarca el cuadrángulo de Ocuvi, región donde se ubica el proyecto minero “El Cofre”, consiste en una secuencia volcánica ampliamente distribuida, correspondiente a tres fases del Terciario:

* **Grupo Tacaza (Oligoceno Superior – Mioceno)**

Este grupo ocupa una gran extensión en la parte NO y central de la puna altiplánica y descansa casi siempre en discordancia sobre formaciones del Mesozoico o sobre el Grupo Puno del Terciario inferior. Regionalmente este grupo es de composición diversa, predominando rocas volcánicas andesíticas, que contienen en gran parte hasta 50% de sedimentos terrestres.

Estos volcánicos compuestos de mayormente olivino y/o augita porfírica se caracterizan por contener minerales de cobre diseminado, principalmente malaquita en fracturas y superficies de juntas. El espesor total de esta

secuencia es difícil de estimar ya que no existen secciones completas, sin embargo en un área cerca a Juliaca se aprecian secciones hasta de 250 m.

* **Grupo Palca (Oligoceno – Mioceno)**

La base de este grupo está expuesta en el norte de la localidad de Palca, donde descansa en discordancia angular sobre el Grupo Tacaza. El contacto superior tiende a ser transicional con el Grupo Sillapaca suprayacente. El control morfológico principal es el grado de intemperismo y sus juntas de enfriamiento que le dan una forma característica (ignimbritas).

* **Grupo Sillapaca (Plioceno)**

Descansa concordante sobre el Grupo Palca. La principal característica morfológica de este grupo en la región del cuadrángulo de Ocuvi es la horizontalidad o el suave plegamiento que presentan los volcánicos. La secuencia contemporánea de este grupo no posee la misma litología o característica morfológica. Esta secuencia está representada por lavas que forman riscos, principalmente de composición dacítica a traquiandesítica.

- **Intrusivos**

Intrusivos considerados de edad cenozoica están ampliamente distribuidos en la región. Los tipos más comunes que se presentan son: dioritas, cuarzodioritas y sus equivalentes porfiríticos de grano fino. La morfología de estos intrusivos es característica, en la región son de forma casi cónica con sección circular o elíptica plana. Las dioritas son generalmente de color gris claro, de grano fino, de textura porfirítica con fenocristales de plagioclasas y máficos contenidos en una matriz de grano fino.

b. Geología Local

- **Topografía y Fisiografía**

El área donde se localiza el proyecto minero “El Cofre” se encuentra ubicado en una zona de altas mezetas y colinas, que conforman el paraje de Chosquesayani donde se destacan los cerros Huayracaca de 4.635 m.s.n.m. y el Choquesayane de 4.590 m.s.n.m., los cuales forman parte del contrafuerte de los nevados de Pomasi que se desprenden de la Cordillera Occidental.

En esta topografía discurre el río Paratía formando una quebrada de fuerte pendiente en el curso superior y de suave pendiente desde los 4,500 m.s.n.m. hasta su confluencia con el río Verde a 18 km. al SO del pueblo de Paratía.

En la parte superior de la cuenca del río Paratía predomina una topografía escarpada con altitudes que llegan hasta los 4.760 m.s.n.m. y en la parte de la cuenca donde se inicia la disminución de la gradiente está el pueblo de Paratía, al pie del cerro de la mina “El Cofre”, lugar donde se instalarán las oficinas del proyecto y, en área adyacente, la Planta Concentradora.

Los rasgos geomorfológicos más saltantes lo constituyen los cerros: Yanacaca 4.760, Huayracaca 4.635, Amayane 4.615 y Choquesayani 4.590 m.s.n.m, entre otros.

- **Litología**

Las rocas que afloran en el área de influencia del Proyecto minero corresponden a la actividad volcánica localizada en el sur del Perú ocurrida entre el Mioceno y Plioceno, que dio lugar a derrames lávicos y piroclásticos de composición andesítica a dacítica.

- * **Volcánicos Tacaza.** Conformado por andesitas masivas en forma de lavas y flujos de brecha, generalmente de color gris rojizo, de grano fino.
- * **Grupo Palca.** Representado por una unidad inferior compuesta de tobas de color marrón grisáceo y apariencia vidriosa, presenta algo de laminación. Esta unidad infrayace a una secuencia de ignimbritas de color gris, medianamente consolidada. Esta ignimbrita presenta clastos líticos de diferente composición.
- * **Grupo Sillapaca.** Su componente principal es una dacita exógena de textura porfirítica, vesicular, con fenos de plagioclasas. Esta dacita es de color rojizo y forma rasgos topográficos característicos en la zona.

- **Depósitos aluviales.** En los valles, depresiones y llanuras se observan depósitos aluviales de origen fluvio-glaciar, compuesto de gravas no consolidadas mayormente gruesas en la cabecera de los valles y se hacen más finas en dirección de la cuenca, limos y arcillas han sido depositados en la parte baja de la cuenca.

- **Intrusivo.** De edad Cenozoica, Está representado por un pequeño stock subcircular de composición dacítica.

- **Mineralización.**

El área objeto del proyecto es un yacimiento polimetálico cuya mineralización ocurre en estructuras del tipo relleno de fisura, brechadas, con rumbo promedio de N 20° E y buzamiento 65°- 75° NO de longitud y ancho variable.

La mineralización que está controlada por fallas y fracturas se emplaza en tobas volcánicas terciarias del Grupo Tacaza, principalmente de composición andesíticas y dacíticas (flujos, brechas y piroclásticos).

La mineralogía consiste principalmente en: argentita, tetrahedrita, galena, esfalerita y chalcopirita, y como minerales de ganga: cuarzo, piritita, rodonita, rodocrosita y limonita.

En superficie los volcánicos Tacaza en contactos con los afloramientos de veta se encuentran muy alterados mostrando color naranja indicador de limonización y caolinización en forma de mineral secundaria de reemplazo. La roca del desmonte provenientes del trabajo de exploración en los niveles inferiores, corresponden a los mismos volcánicos que se observan en superficie, los cuales presentan observación

parcial y minerales de sulfuros con signos de oxidación, se observan también volcánicos color gris argilizados y sericitizado.

Las cajas están silicificadas en el mismo contacto que la veta y gradan sericitas y argilitas en dirección a la roca fresca. Se observa alteración propilitica (alteración insipiente) lejos de la zona mineralizada y grada argilita y selicita en dirección a la mineralización. Estas alteraciones se interdigitan de tal manera que límites son difícil de establecer. La limonita se presenta como relleno de intersticios y porosidad en las gangas conforma, mas o menos cúbica, siendo probable que estas limonitas procedan de la alteración de la piritita.

c. Sismicidad

- De acuerdo a la clasificación del IGP la región donde se encuentra ubicada la localidad de Paratía y zona del proyecto minero “El Cofre”, es considerada como de sismicidad media. Esta región adyacente a la sub unidad Puna altiplánica Occidental, está afectada por actividad tectónica asociada a fallas regionales con hipocentros próximos a superficie que producen movimientos sísmicos de 3.4 a 5.0 de magnitud, sismos de hipocentros profundos, con distancias focales de 100 a 300 Km. y a mayores profundidades, estos relacionados al fenómeno de subducción de la Placa de Nazca
- Analizando el listado de la Tabla Matriz Especial del Catálogo Sísmico del Perú que presenta la profundidad focal de terremotos localizados instrumentalmente, ocurridos

entre 1900 a 1984 en la región limitada por las latitudes 14°S a 16°S y por las longitudes 68°W a 72°W, región que contiene el distrito de Paratía y consecuentemente el área del Proyecto, **se concluye que no existe mayor concentración sísmica.**

d. Geodinámica

En el ámbito de la cuenca del río Paratía se han producido eventos menores de flujo de lodo y grava de origen fluvio-glaciar. Se observa que en el área donde se ubicarán las instalaciones de la Planta no existen evidencias de la ocurrencia de fenómenos geodinámicos externos de magnitud recientes ni activos, lo que indica la estabilidad de la zona.

La litología de la zona y cohesión de los suelos así como la energía disponible por la topografía del terreno no facilitan la erosión ya que las láminas de escorrentía que se

forman hacia la cuenca del río Paratía desde la línea divisoria son por lo general delgadas y su acción erosiva no es notoria.

3.2.2. Descripción de los Suelos

a. Descripción del Área.

El suelo existente en el área de influencia del proyecto se ubica en zonas de topografía plana e inclinada, en terrazas de altitud variable, fondo de valle, en conos de deyección y en terraplenes colubio-aluviónicos. En las partes intermedia y altas de la cuenca están expuestos los afloramientos volcánicos y detritos no consolidados que constituyen suelos no edáficos por su naturaleza puramente lítica (ausencia total de suelo) y escapa a toda importancia para uso agropecuario.

Por el aspecto físico-morfológico de las diferentes capas que componen el perfil edáfico observado en dos calicatas y en la exposición natural de los suelos en los cortes de los caminos, terrazas y escarpados, los suelos existentes en la localidad de Paratía son de morfología homogénea, poco profundos, absorbentes y con problemas de salinidad que los limita para uso agrícola.

Las áreas que serán utilizadas para la ejecución del proyecto minero metalúrgico no tienen uso agrícola ni ganadero, ya que se trata de áreas despobladas y frías. En la parte sur del área se extienden pastizales donde se aprecia pastoreo en forma ocasional.

b. Clasificación :

Según la clasificación de tierras efectuado por INRENA estas corresponden al código X - TZE, Tierras de Protección de Pastoreo Limitado por Erosión, Calidad Agrológica Media.

Según el Reglamento de Clasificación de tierras del Perú elaborado por La Oficina Nacional de Evaluación de Recursos (ONERN, actualmente incorporada a INRENA) , los suelos de topografía plana e inclinada tales como los terrenos comprendidos en el área de influencia del proyecto minero “El Cofre” pertenecen a la categoría de Grupo de capacidad de uso mayor, que no reúne las condiciones ecológicas mínimas requerida para un cultivo permanente, pero si permite el uso continuado o temporal para el pastoreo, sin alteración del régimen hidrológico de la cuenca .

Los suelos ubicados en las partes intermedias y altas en el área del proyecto, donde mayormente están expuestos los afloramientos volcánicos y detritus no consolidados, no reúnen las condiciones ecológicas mínimas requeridas para el cultivo de pastos.

c. Capacidad Agrológica

Constituye la potencialidad y grado de limitaciones de los suelos para uso agrícola, en función de sus características físico-químicas, relaciones suelo – agua y características climáticas dominantes en base a criterios establecidos por ONERN.

De acuerdo a la clasificación de tierras y al resultado de la evaluación de campo, el área del proyecto minero corresponde a la clase de calidad agrícola media, que de acuerdo como la define ONERN agrupa suelos no aptos para cultivos.

Calicata A.- Esquema de Perfil del Suelo

Espesor m.	Descripción	Horizonte
0,0 – 0,15	Suelo superficial color marrón oscuro, materia orgánica y granos transportados de diferentes tamaños donde crecen líquenes, musgos, pastizales, etc.	A
0,15 – 0,45	Color que varía de pardo oscuro a rojizo, alto contenido de materia orgánica y textura franco limoso.	B
0,45 – 0,80	Color gris con acumulación suelta de grava poco redondeadas, arena y limo.	C
0,80 – 2,00	Color pardo rojizo, compuesto de grava y acumulación de fragmento de roca volcánica poco consolidada. Presencia de hidróxido de hierro.	D

Calicata B.- Esquema de Perfil del Suelo

Espesor m.	Descripción	Horizonte
0,0 – 0,15	Suelo superficial, color marrón oscuro, con materia orgánica y granos transportados de diferentes tamaños donde crecen líquenes, musgos, pastizales etc.	A
0,15 – 0,50	Color pardo oscuro, alto contenido de materia orgánica, textura franco limoso (arena fina a gruesa: 0.5 a 2.0 m.m.)	C
0,50 – 1,20	Color pardo rojizo mezcla de grava, arena y arcilla y fragmentos de cantos volcánicos de 5 cm. de diámetro, en proceso de consolidación	D

- Textura.

Es la constitución granulométrica del suelo en función de los porcentajes de arena, arcilla y limo que se observan en las muestras. De acuerdo a este análisis el suelo de la zona en mención está clasificado como franco limoso, fluctuando entre 60 y 45% el contenido de limo, entre 36 y 52% el contenido de arena y entre 4 y 2% el contenido de arcilla. La predominancia de limo que contiene la muestra indicaría el origen aluvial del suelo. El tamaño de las partículas le da buenas características al suelo, tales como baja retentividad de agua con drenaje moderado, buena capacidad

de aireación e infiltración. Esta característica de la estructura del suelo es adecuada para una amplia gama de cultivos.

- pH.

La reacción del suelo (pH) de acuerdo a las muestras analizadas, está en el rango de 5.2 y 5.1 considerándose fuertemente ácido, lo cual es limitante para una amplia gama de cultivos ya que reduce la disponibilidad del suelo de algunos micro elementos nutritivos para las plantas. La presencia de CO₂ del aire y el agua de la humedad acidifican permanentemente el suelo.

- Conductividad Eléctrica.

Los valores de conductividad registrados son de 0.12 y 0.25 dS/m. de acuerdo a estos valores el suelo muestra una conductividad muy baja, lo que indica que el contenido de sales solubles y nutrientes es insignificante, condición que caracteriza a los **suelos no adecuados** para uso agrícola.

- Fertilidad.

El contenido de Materia Orgánica (M.O) en las muestras de suelo es alto, está en el rango de 4.45 a 4.90 %, lo cual puede ser debido a la existencia de pastos naturales en el área de estudio, los cuales se incorporan al suelo incrementando el contenido de materia orgánica.

El contenido de Fósforo (P) es medio ya que está en el rango de 8.6 a 9.5 p.p.m., lo cual, en caso de cultivo, será necesario la fertilización química del suelo para suplir esta carencia.

En lo que respecta al Oxido de Potasio (K₂O), los suelos muestreados están en el rango de 509 a 591 Kg/Ha, calificado como de rango intermedio. El contenido de este

elemento determina fundamentalmente la resistencia mecánica de la parte mineral del

suelo, no siendo un elemento limitante para el cultivo.

En las muestras no se ha detectado CaCO₃, lo cual incide en la estructura física del suelo.

La Capacidad de Intercambio Catiónico del suelo es limitada, debido a la baja concentración de cationes cambiabiles contenidos en las muestras de suelo.

La presencia de **aluminio (Al)**, que está entre 1.57 y 1.77 cmol (+) Kg contribuye a la acidez del suelo y puede **causar problemas de toxicidad** en la flora existente.

- Metales.

El suelo se muestra con alto contenido de Hierro (Fe), ya que los valores que arrojan las muestras son de 570 y 622 p.p.m. de Fe, probablemente debido al origen aluvial de éstos.

El cobre, plomo, zinc y arsénico se presentan en concentraciones bajas, a pesar del pH ácido que presenta el suelo del área en estudio.

e. Características Geoquímicas de los Residuos Sólidos

- Análisis del Potencial de Generación de Aguas Ácidas.

El conocimiento actual y las características geológico - mineras del yacimiento lo ubican en la escala de explotación económica de pequeña minería. El método de explotación a emplear de almacenamiento provisional y corte y relleno se estima que generará un volumen mínimo de desmonte. Sin embargo los trabajos actuales y futuros de exploración y desarrollo podrán incrementar las reservas en una cantidad suficiente para una explotación mayor, lo cual aumenta la posibilidad de generación de drenaje ácido como consecuencia de la mayor exposición de material portador de sulfuros a la acción del aire y del agua.

Esta proyección ha determinado la realización de un programa de predicción de drenaje ácido que se completará en la etapa de exploración. El programa de predicción se iniciará con el muestreo de las unidades geológicas y evaluarlas independientemente. El tipo de ensayo que se realizará con las muestras de las unidades geológicas determinarán su potencial de generación de acidez, iniciándose con ensayos estáticos que dará una primera indicación del potencial generador de acidez. Si los resultados de los ensayos estáticos indican un potencial generador de acidez presente en las rocas del ámbito del yacimiento, este potencial será evaluado con mayor profundidad a través de ensayos dinámicos.

El programa de predicción proporcionará información que permita optimizar la técnica de minado, tratamiento y disposición de relaves y desmonte propuesto en el proyecto inicial.

4.2.3. Fisiografía y Cuerpos de Agua

a. Hidrografía e Hidrología

El valle formado por el río Paratía se inicia en las quebradas altas del cerro Chipcojaca, formando un valle angosto en la parte alta (sobre los 4.650 m.s.n.m). El área donde se ubica el pueblo de Paratía constituye el lecho del valle, formando una pampa de pendiente promedio de 3°-6° en dirección NO por donde el río discurre lentamente por disminución de la gradiente, posibilitando la alimentación de la zona freática siguiendo las ondulaciones de la topografía de la zona

A partir del pueblo, el río Paratía discurre hacia el SO, y a medida que este curso natural avanza su caudal se va incrementando por riachuelos que son afluentes de ambas márgenes, finalmente desembocando en el río Verde cerca al cerro Quimsachata, a 18 km. al SO de Paratía.

A lo largo del valle se observan depósitos irregulares de derrubios fluvio glaciares dispuestos en equilibrio natural relativamente estables.

El sistema hidrográfico al que pertenecen estos ríos corresponde a la cuenca del Lago Titicaca, las cuales tienen un patrón de drenaje detrítico, característicos en los valles orientales de la Cordillera Occidental y Altiplano.

Ante la ausencia de glaciares y la presencia de bofedales y lagunas en la zona alta del río Paratía, estos actúan como almacenes reguladores de agua producto de las precipitaciones y que originan que el río Paratía constituya el único aporte hídrico que proporciona agua al área donde se ubica el proyecto minero.

b. Cuerpos de Agua en el Área del Estudio

- Ríos y Riachuelos

El componente principal de aguas superficiales lo constituye el río Paratía que presenta un caudal promedio de 1500 lt/seg. entre los meses de Enero a Marzo (época de lluvia) y discurre por el área del proyecto, para recibir como efluente al río Huaybillo a 1.5 km al SO del pueblo de Paratía. Existen dos cursos temporales de agua en la parte Sur del cerro Choquesayani, también límite Sur del Proyecto, ambos cursos de agua se unen para discurrir por la quebrada Santa Lumani.

- **Lagunas.** Existen dos lagunas pequeñas de régimen permanente y una de régimen estacionario, ubicadas en la parte baja del lado norte del proyecto y margen derecha del río Paratía.

- **Manantiales.** En el área del proyecto en zona próxima donde se instalará la planta de beneficio se aprecian siete manantiales que no presentan caudal, manifestándose como zonas húmedas. A 0.6 km NO del pueblo de Paratía en la parte baja de la ladera del C° Caico se encuentra un manantial permanente cuyas aguas discurren a 2 lt/seg y del cual se hace la captación de agua para uso doméstico del pueblo.

- **Aguas subterráneas.**

No es posible precisar aún si el nivel del agua subterránea encontrada en las calicatas para estudio geotécnico de muestras, corresponde al nivel freático o es producto de agua retenida en el material turboso que se caracteriza por tener alta porosidad, sin embargo, las características litológicas del área de Paratía permiten diferenciar esta unidad Hidrológica asociada al basamento rocoso, ya que se han identificado lagunas y manantiales de carácter permanente y estacionario ubicados en lo largo de la unidad geomorfológica donde se emplaza el pueblo de Paratía.

El límite, superior de la zona de saturación es ondulado siguiendo la topografía del valle lo que se hace evidente por los manantiales y el agua en labores antiguas de la mina que discurren por gravedad a la quebrada Paratía manantiales y bofedales que se forman por capilaridad en el fondo del valle.

c. Calidad de Agua

Puntos ó Estaciones de Monitoreo de Agua

Estación	Ubicación
PM - N° 1	En la boca Mina Nivel 4,500
PM - N° 2	En el río Paratía, aguas abajo de la Mina y población
PM - N° 3	En el río Paratía aproximadamente 200 mts. Aguas arriba de la Mina y población.
PM - N° 4	En el río Huaybillo, aproximadamente a 300 mts. Aguas arriba de las canchas de relave.
PM - N° 5	En el río Huaybillo, aproximadamente a 200 mts. Aguas abajo de las canchas de relave.
PM - N° 6	En el río Paratía a 200 mts. Aguas abajo de la zona de confluencia

	con el río Huaybillo.
PM – A	En el Manantial (agua subterránea), consumo humano.

La temperatura del agua de los ríos presentan una variación de 2° -12°C durante el día, debido a las características meteorológicas presentes, lo que favorece una auto depuración natural, que se refleja en la insignificancia de sólidos en el agua, dándole una característica de transparencia estéticamente muy aceptable. Sin embargo en épocas de crecidas estas condiciones varían debido al mayor arrastre de partículas y erosión del cauce, incrementándose el color y turbiedad contribuyendo a disminuir la calidad del agua.

Los parámetros Pb, Cu, Zn, Fe, As y Cr. (metales) en ambos ríos se presentan en cantidades por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP).

Los análisis bacteriológicos del manantial cuyas aguas son usadas para uso domestico del pueblo, indican la presencia < 3 de coliformes totales y termotolerantes, asimismo < 3 de Echerichia Coli, por 100 ml; por consiguiente se pueden considerar apto para el consumo humano, en este caso es recomendable preservar las buenas condiciones del agua, que corre a cargo de las autoridades del Distrito de Paratía y/o la Empresa.

El agua producto de las filtraciones del interior de la mina, (labor antigua) es colectada y descargada a superficie a través de la cuneta del nivel O, en la superficie el agua de mina es orientada por medio de inadecuados cursos de drenaje superficial a que descargue al río Paratía a 350 m. de distancia de la boca mina del nivel 0 y adyacente por el NO del pueblo de Paratía. Las actuales labores de exploración y futuras labores de explotación se encuentran en los niveles superiores al nivel 0.

Esta agua de mina tiene un pH 6,87, y los valores que reporta el laboratorio J. Ramón del Perú S.A.C. en el caso del cobre, plomo, hierro arsénico, cromo, son inferiores a los Límites Máximos Permisibles establecidos por la Ley, a excepción del zinc cuyo alto contenido en el agua de mina se debe al contacto de esta con los minerales de zinc de la zona de sulfuros del yacimiento. En el proceso de disolución de los sulfuros metálicos, no todos pueden disolverse con la misma facilidad y esto depende de las propiedades químicas del sulfuro que lo hacen sujeto a dilución y a las condiciones favorables para que exista una buena cinética de

reacción. En este caso el Zn muestra mayores valores en su constante de solubilidad. Este elemento puede disminuirse drásticamente mediante el ablandamiento con cal.

Se observó que el agua que sale de la mina es de aspecto ligeramente turbia con un mínimo de sólidos en suspensión; por lo que es recomendable monitorear a fin de mantener los límites máximos permisibles de acuerdo a lo establecido por el MEM, y si fuera necesario someter estas aguas a un proceso de sedimentación efectiva, considerando el flujo o caudal de este drenaje.

La sedimentación, que es el proceso de separación de una o un conjunto de partículas que se encuentran en suspensión en el fluido, se podrían efectuar a través de pozas de sedimentación o decantadores del tipo convencional que es el más recomendable en estos medios rurales por su simplicidad en la operación y mantenimiento.

Por la misma ubicación geográfica y fisiográfica circundante al área del Proyecto, las aguas de los ríos Paratía y Huaybillo no son utilizados para ninguna actividad. El titular utilizará las aguas del riachuelo Huaybillo para las operaciones de la planta de beneficio, que será captado a razón de 4.1 lit / seg. y conducido por un canal de 100 mts. de recorrido para ingresar a un tanque tipo cisterna el cual alimenta a una bomba de succión. Es importante mencionar que las aguas del río Paratía son utilizadas por las comunidades ribereñas aguas abajo de la mina, en las actividades agropecuarias.

3.2.3. 4.2.4. Descripción Climatologica

a. Clima

El clima de la región sierra es donde se aprecia las mas variaciones climáticas, cuyos cambios está en relación con la altitud sobre el nivel del mar y con la orientación de la cordillera, y en concordancia de los criterios de clasificación de Copen, el área de estudio del proyecto corresponde al tipo de clima frígido, conocido como “clima” de puna o páramo que corresponde a los sectores altitudinales de la región de la sierra comprendidos entre 4000 a 5000 m.s.n.m. Se caracteriza por presentar precipitaciones promedio de 700 mm anuales y temperaturas también anuales de

6°C. Los veranos son siempre lluviosos y nubosos, y en los inviernos (junio-agosto) son fríos y secos (mapa de suelos del Perú 1996 – INRENA).

La unidad minera no cuenta con estación meteorológica por lo que se ha tomado los datos de los reportes de la estación de PAMPAHUTA (SENAMHI), ubicado a 4400 m.s.n.m., provincia de Lampa, distrito de Paratía

b. Precipitación

Se presentan dos estaciones bastantes marcadas e diferenciadas por las lluvias, la temporada de lluvia empieza en el mes de octubre y dura hasta el mes de abril normalmente, siendo más lluviosos los meses de enero a marzo y el periodo de estío se ubica entre los meses de junio-septiembre. El promedio de precipitación anual para la zona de la mina se estima entre 72,4 a 77,5 mm (SENAMHI).

Existen también precipitaciones del tipo sólido (granizo, nieve) los cuales aportan escorrentía especialmente en época de estiaje. Además es común la ocurrencia de heladas de intensidad variable principalmente en la zona de la mina por su elevada altitud.

c. Temperatura

La temperatura es el parámetro más ligado al factor altitudinal, encontrándose por consiguiente asociada a las “Zonas de Vida” las cuales son definidas por rangos de temperatura para cada piso altitudinal.

Para la zona del proyecto correspondería la zona de páramo pluvial – Subalpino Tropical (pp-SaT), cuya temperatura media anual máxima es de 6°C y la media anual mínima 3 °C (INRENA – 1995).

Según los registros de la estación de Pampahuta (SENAMHI) 1997-1999, se estima una temperatura promedio anual máxima de 12°C a 14°C y el promedio anual mínimo de 4 °C a 6°C, y al estar ubicado el proyecto minero-metalúrgico “El Cofre” a una altura de 4500 m.s.n.m. se encontraría dentro de los rangos de las temperaturas señaladas en líneas arriba (Pampahuta).

d. Humedad Relativa

En la estación meteorológica de Pampahuta se tiene una serie histórica de humedad relativa mensual correspondiente al período 1997-1999, la cual presenta un rango

que varia de 34 % como mínimo (octubre 1998) a 80% como máximo (marzo 1999), con un promedio mensual de 51.22% en todo este periodo.

e- Viento

La dirección del viento registrada en la estación de Pampahuta para el periodo de 1997-1999 varia, predominando el viento proveniente de NW (marzo-agosto) y de SW (septiembre-noviembre); por lo tanto se podría asumir que en la zona del proyecto se tiene una tendencia que la dirección del viento es de NW y SW.

3.3. Componente Biológico

3.3.1. Generalidades.

La zona de influencia del proyecto pertenece, según criterio clásico del Dr. Javier Pulgar Vidal a : Suni , Puna las cuales según los trabajos de investigación de zonas de vida de L.R. Holdridge y Tosi (1987), así como de los pisos ecológicos. Altitudinales y la clasificación mundial de las Provincias Biogeográficas de URVARDY (1975) corresponde a páramo con sus variantes . páramo muy húmedo (pmh) y páramo pluvial (p.p) cuyos pisos van desde 3,900 m.s.n.m. hasta 4,500 m.s.n.m.

Estas variantes biogeográficas están comprendidas dentro de la provincia Biográfica La Puna .

El clima de esta región es muy frío, debido a la rarefacción atmosférica por la altura, temperaturas medias bajas, grandes variaciones de temperatura entre el día, la noche y los vientos fuertes. Estas condiciones son factores muy importantes para la ecología de la flora y la fauna que exige adaptaciones considerables.

En la Puna, las temperaturas son muy variadas, presentándose una insolación durante el día y frío intenso durante la noche. En este ambiente, las rocas juegan un papel importante como reservorios de calor, durante el día absorben calor y durante la noche compensan el frío, por ello el contraste de temperaturas en las zonas rocosas no es tan intenso, permitiendo el refugio nocturno de la fauna.

La época de lluvias (Nov. – Abril), presenta su mayor precipitación entre Enero y Marzo, son generalmente en forma de nieve y granizo. En la época de sequía (Mayo – Oct.) en que la aridez es muy intensa, pueden presentarse lluvias, pero muy esporádicas.

Los vientos que soplan casi continuamente es un factor ecológico importante, ya que contribuyen a reducir la temperatura y a secar el ambiente.

La bioregión de la puna, zona en que se encuentra el proyecto, no es uniforme y encontramos en ella diversos ecosistemas con flora y fauna peculiar, presentando las siguientes características generales mas importantes:

- a. Los suelos predominantes son aptos para los pastos en la categoría de Capacidad de Uso Mayor; bajo potencial para el desarrollo pecuario y en cuanto al uso actual la actividad ganadera es limitada.
- b. La vegetación esta determinada por los factores climáticos antes mencionados, presentado como característica relevante la falta de plantas arborescentes.
- c. El sistema hidrológico de la cuenca del río Paratía se forma por lagunas y manantiales existentes en la divisoria y la afluencia de otros causes menores que forman el río Paratía y finalmente desembocan a la cuenca del lago Titicaca.

4.3.3. Ecosistema Terrestre

La zona del proyecto presenta una orografía complicada para la vida silvestre, predominando laderas empinadas de base rocosa y de suelo edáficos de poco espesor y de baja profundidad, formando extensiones de terrenos para el pastoreo de ganado lanar y auquénidos, no apto para la agricultura.

a. Flora

La vegetación existente en el entorno de la ubicación de la mina esta constituida principalmente por gramíneas, entre ellos conocidos como “paja” o “ichu” **Festuca Orthophylla Stipa sp, Calamagrotis sp**; asimismo se ha podido observar en terrenos planos y húmedos y en laderas rocosas, plantas que forman alfombras cerradas y duras, que pueden cubrir grandes extensiones, conocida como “Jurcacca” (**Distichia Muscoides**).

Las gramíneas son aprovechadas en la alimentación de los animales mediante el pastoreo y el “ichu” o “paja” es utilizado por el hombre, para la elaboración de adobes o construcción de sus chozas o viviendas.

b. Fauna

La fauna nativa en la zona del Proyecto es muy escasa, entre ellos las vizcachas (**Lagidium peruanum**), refugiados en las rocas tal como corresponde a un biotopo rocoso.

4.3.4. Ecosistema Acuático

El ecosistema acuático esta formado principalmente por el río Paratía que se origina en las estribaciones de la divisoria continental y reciben el aporte de tributarios menores y del río

Huaybillo a 1,5 km. de la mina y de la población de Paratía. Posteriormente continua recibiendo los aportes de los ríos Churo, Chilahuito, este último a 12,5 km. de Paratia.

Por otra parte, en el área adyacente al proyecto existen pequeñas lagunas y/o lagunillas temporales, una es permanente y cerrada llamada Jochapata ubicada aproximadamente a 200 metros de la planta de beneficio.

Bajo la influencia del clima alto andino con las características propias; se desarrolla una flora y fauna propia localmente evolucionada, y dentro de este contexto la biota acuática es importante dentro de la “cadena alimentaria”.

a. Fauna Acuática

Se ha observado escasa variedad de aves acuáticas, y la presencia de ellos nos hace deducir que existen animales invertebrados como gusanos ó anélidos , moluscos, coleopteros, insectos y anfibios ejm: el sapo común Bufo sp pececillos llamados “Cuppy” Libistia sp.

Entre las aves acuáticas que llegan esporádicamente a las lagunas, se ha observado las siguientes aves:

Huachua	Cloephaga melanoptera
Yanavico	Plegadis redwayi
Pato cordillerano	Lophonetta sp
Gaviota andina	Larus serranus
Pollo pde agua	Gallinula sp.

b. Flora Acuática

Para que puedan vivir los animales invertebrados y vertebrados es necesario que exista plantas acuáticas, pero en los cuerpos de agua lóticos y lénticos que se encuentran a más de 4,000 msnm presentan una vegetación muy pobre; se ha observado algas filamentosas del genero **Spirogyra**, sp, lo que indica la presencia del

fitoplancton, que son base fundamental para la vida animal, asimismo se pudo observar musgos y líquenes.

3.4. Ambiente Socio - Económico

3.4.1. Ambiente Social

El área de influencia de los Proyectos se encuentra en el distrito de Paratía y los datos que se presentan a continuación están referidos al Distrito, el cual está conformado por 12 anexos o comunidades entre ellos: Chilahuito, Pacobamba, Chingana, Coarita, Huakulla, Jarpana, Llanca, etc.

3.4.2. Consideraciones Sociales

La mayoría de las comunidades de la zona de influencia del Proyecto se dedican a las actividades agropecuarias, en el caso de la comunidad o pueblo de Paratía, centro de la actividad minera, los habitantes se dedican principalmente al pastoreo de ganado auquénido en mayor escala y lanar en poca escala, esto es debido al clima frígido. (tundra). La actividad minera afectará a la actividad tradicional, porque los habitantes, principalmente los varones mayores de edad tendrán la oportunidad de acceder a nuevas fuentes de trabajo sin que esto afecte su actividad de pastoreo, lo que le permitirá tener un ingreso económico mayor, mejorando así su situación familiar. Es importante señalar que la población de Paratía son de raza mestizo- indígena, de ocupación empleados públicos, obreros y campesinos, constituyendo dos estratos sociales: Media y Baja.

Los recursos locales están constituido principalmente por los campos de pastoreo, siendo el de mayor extensión de la comunidad de Paratía y en menor extensión de propiedad privada de los señores **Guillermo Supo y Jesús Vargas**, con quienes la Empresa CIEMSA tiene un contrato de uso y explotación minera, por encontrarse el proyecto en dicha propiedad; por consiguiente el control sobre los recursos locales señalados no tendría dificultades de acceso y/o uso por los pobladores de Paratía y zonas aledañas.

En lo Institucional, las relaciones entre las autoridades (Municipalidad), la comunidad y la empresa (CIEMSA) son buenas, que a la postre originará un impacto positivo, porque el pueblo será beneficiado directa e indirectamente por las actividades minero- metalúrgicas. La empresa consolidará su buena imagen ante

la población, para ello apoyará algunos programas de interés comunal, de modo tal que se establezcan relaciones armónicas y de mutua colaboración.

4. PROCESO DE CONSULTA

Como parte de las actividades del plan de cierre se desarrollará y documentará el proceso de consulta a los grupos de interés del área de influencia de la unidad minera.

Para la aplicación de las actividades de consulta se considerarán la Resolución Ministerial N° 596-2002-EM/DM18 en los aspectos que sean aplicables, así como la Guía de Relaciones Comunitarias (MEM, 2001).

Como actividades principales se identificarán los Grupos de Interés, relacionados o vinculados en algún grado con las acciones de la Unidad Minera, Así como el diseño y realización de talleres, asambleas, etc.

Para este efecto, se comprometerá la participación de un sociólogo y su equipo de apoyo para los trabajos de levantamiento de información socioeconómica y realización del proceso de consulta.

5. ACTIVIDADES DE CIERRE CONCEPTUAL

El objetivo principal de esta etapa es describir las actividades que tendrán lugar durante el periodo final de desmantelamiento y cierre de la mina, así como todas las actividades de cierre progresivo y los escenarios temporales de cierre que se propongan.

Asimismo se establecerá el cronograma propuesto en el plan de cierre, identificando las fechas en que se realizarán las actividades de cierre progresivo y las actividades finales de desmantelamiento y cierre.

Las actividades de cierre a aplicar tendrán como aspectos generales los siguientes:

- ✓ Desmantelamientos.
- ✓ Demolición, Recuperación y Disposición de Residuos.
- ✓ Estabilidad Física.
- ✓ Estabilidad Geoquímica.
- ✓ Manejo de agua.
- ✓ Establecimiento de la Forma del Terreno y Rehabilitación de Hábitats.
- ✓ Revegetación.
- ✓ Rehabilitación de Hábitats Acuáticos (de ser el caso)
- ✓ Aplicación de Programas Sociales.

El presente Plan de Cierre de Minas está regido por la guía ambiental para el cierre y abandono de minas emitido por la Dirección General de Asuntos Ambientales del Ministerio de Energía y Minas, además de los principios básicos contenidos en la Ley para el Cierre de Minas, su modificatoria y reglamento.

Este plan considera la restauración para las diferentes áreas y estructuras de la mina, tales como botaderos de desmonte, área de minado y relaves, cuyos planes de rehabilitación están desarrollados para cada área alterada, detallando los tratamientos de cada lugar.

Un objetivo del programa de restauración es promover la restauración concurrente y la restauración de las áreas tan pronto como lleguen a estar inactivas. Esta restauración progresiva reduce el monto de restauración requerida al final del minado y retorna pronto el terreno a usos productivos.

Conforme se vayan restaurando áreas inactivas se irá reajustando el cronograma de abandono que deberá ser preparado antes de iniciarse el primer abandono.

5.1. *Acondicionamiento Apropriado del Medio*

Conforme se vayan alterando áreas de desarrollo se debe prever la conservación de suelos de cubierta vegetal y material orgánico para los futuros abandonos. El material de desmonte de mina (roca volcánica y piritas) será depositado previamente en superficies impermeables confinados de tal manera que impida el ingreso de aguas de lluvia de los alrededores, con un sistema de canales para los períodos ocasionales de lluvia que caigan sobre los desmontes; éstas aguas serán tratadas en el sistema de colección de aguas industriales. Los desmontes (botaderos), se abandonarán geotécnicamente restaurados con una superficie de cubierta vegetal.

La cantidad de suelo cobertor requerido para llevar a cabo una revegetación exitosa será optimizada a través de un programa de pruebas de restauración.

Se desarrollará un inventario de suelos recuperables en las áreas de actividad minera sobre la base de un detallado mapeo antes de las operaciones para recuperación de los suelos.

En vista que la zona está conformada por una topografía accidentada con pendientes elevadas es preciso preparar estas áreas de confinamiento y abandono con plataformas diseñadas teniendo en cuenta la estabilidad física y química.. Todos los suelos serán almacenados en pilas con taludes estables de 2.5:1 o menos. Protección contra la erosión (incluyendo la cubierta de tierra) y medidas de contención serán implementadas.

5.2. *Procedimientos Generales de Cierre*

A continuación se indican algunos criterios generales que deberán ser considerados para proyectar las obras de cierre que resulten necesarias:

Estabilidad geotécnica de cada instalación, tomando en cuenta las condiciones reales o proyectadas al término de la vida de la instalación, tales como, características de los materiales que conforman cada instalación; presencia de agua o nivel freático que afecte el comportamiento; taludes finales de cada instalación; modificaciones al diseño original; características hidrológicas del emplazamiento final de la instalación; estructuras hidráulicas permanentes o temporales existentes; y otros aspectos que resulten relevantes de analizar.

Obras de estabilización geotécnica de aquellas instalaciones que lo requieran, de modo de garantizar un comportamiento geotécnico apropiado a largo plazo, con mínimo monitoreo y mantenimiento. Estas obras podrán ser evitadas si es que el manejo de la operación del apilamiento del mineral en los botaderos y la deposición de los desmontes en el botadero, son llevadas a cabo siguiendo las recomendaciones de los estudios de ingeniería, con las modificaciones, aprobadas por el diseñador, que resulten necesarias para conseguir una instalación segura.

Se deberán identificar en el área cercana fuentes de materiales de préstamo que sean necesarios para ejecutar las obras de cierre. Se debe destacar la necesidad de identificar fuentes de materiales arcillosos que se puedan utilizar como cobertura de la superficie de cada instalación y que cumplan con las características mínimas de permeabilidad. Asimismo, será necesario identificar fuentes de préstamo para agregados.

Estabilidad geoquímica relacionada a la posible generación de drenaje ácido y de efluentes con contenido de metales hacia los cauces naturales. Es importante, en este caso, estudiar el comportamiento de los botaderos de desmonte, que son los aspectos más críticos con relación a la estabilidad geoquímica.

Si bien, los estudios de ingeniería del proyecto consideran estructuras estables desde el punto de vista físico, la variación de los criterios de diseño durante las operaciones, la heterogeneidad de los materiales y la calidad de la construcción, pueden modificar las condiciones e hipótesis establecidas en el diseño original, debido a lo cual será necesario verificar periódicamente las condiciones de estabilidad durante las operaciones y en una etapa inmediata antes del cierre, de modo de asegurar que las operaciones y el cierre de las instalaciones se realicen con apropiadas condiciones de estabilidad geotécnica.

5.3. Programa de Restauración General

Las primeras acciones del programa de restauración se desarrollarán sobre las áreas que operativamente requieran ser abandonadas. En los primeros años el programa de restauración comprenderá la recuperación del suelo superficial y la cubierta con suelo orgánico de todas las pilas donde se almacene éste como cortes y rellenos de caminos. Para los siguientes años, conforme se vayan saturando los botaderos de desmonte se dispondrá su restauración inmediata.

El cierre final de las operaciones de la mina se prevén para dentro de 10 años aproximadamente de acuerdo a sus reservas probables, y continuarán por varios años hasta que la mina sea totalmente restaurada y todas las actividades de monitoreo sean completadas.

5.4. Programa de Investigación

La restauración de las áreas alteradas utilizará métodos que han sido exitosamente implementados en la restauración de alteraciones mineras a gran altitud en otras partes del mundo. Fuentes de semillas comerciales localmente disponibles serán utilizadas según se requiera, particularmente en el establecimiento de una cubierta para control de la erosión para las vías, pilas de almacenamiento de suelos y otras áreas, las cuales estarán disponibles para la revegetación de las áreas disturbadas en las etapas iniciales de desarrollo de la mina.

Especies de hierbas invadirán naturalmente las áreas restauradas reemplazando la superficie de las pilas de almacenamiento de suelos. Las investigaciones se iniciarán en los primeros años del desarrollo de la mina para evaluar los potenciales métodos de propagación.

El programa de investigación también determinará los tipos de lugares con mejores condiciones para replantar especies locales. Actividades adicionales de investigación serán diseñadas para determinar: la profundidad requerida para cubrir las áreas con materiales de suelos recuperados (es decir la determinación de los requerimientos mínimos de suelo); el potencial de revegetar directamente los materiales de desmonte de mina, fuera de los requerimientos para el reemplazo de suelos; y la mezcla comercial óptima de semillas y fertilizantes y técnicas de plantación.

5.5. Instalaciones previstas para el Plan de Cierre.

Se tomarán los siguientes pasos:

- ✓ Identificación de las unidades de cierre; estas unidades deberán tener cierto grado de independencia de otras actividades, de tal manera que el cierre puede realizarse durante un periodo flexible y con un determinado equipo
- ✓ Caracterización de las unidades de cierre. Básicamente se tomarán los metrajes, requerimientos de materiales para el cierre, niveles de estabilidad actual, niveles de estabilidad futura,
- ✓ Selección de las instalaciones que no requieren de cierre y que pasarán la responsabilidad de los gobiernos locales: Vías de acceso, línea de transporte de agua, líneas eléctricas, posas de contención, etc.
- ✓ Instalaciones de cierre. Completar con la información necesaria para realizar el cierre de las instalaciones, entre las evaluaciones complementarias tenemos, Costos, cronograma de inversión, requerimientos de materiales especiales, plan de monitoreo pos cierre

5.6. Cierre de mina subterránea

En la etapa de cierre de las galerías de Mina se realizará bajo las técnicas aplicables en proyectos mineros con características similares a CIEMSA, teniendo en cuenta principalmente la estabilidad de las instalaciones.

Dado que no se ubica aguas freáticas cercanas se procederá a un cierre en seco. El sistema de cierre se evaluará oportunamente, pero se prevé el de taponeado de las bocaminas y chimeneas.

Las obras de infraestructura complementarias para el control físico químico de los efluentes construidos (canales, pozas de decantación, etc.), se demolerán y/o sellarán, para su posterior proceso de restauración con procesos de remediación en caso lo requieran.

5.7. Cierre del Botadero de Desmontes

Los botaderos de desmonte y pilas de almacenamiento de mineral de baja ley serán clausurados al final de las operaciones. Previo al cierre de la mina, el mineral de baja ley será pasado por el área de chancado. Antes de revegetar la superficie plana de la pila, un nivel final será construido aplicando material de desmonte suelto. Este desmonte no compactado será contorneado para proveer alguna variedad topográfica a la superficie y ayudar en el desarrollo de una red de drenaje de superficie, este sistema de drenaje será diseñado para asegurar que la superficie esté protegida de escorrentías

Cuando el contorneo sea completado, una capa de suelo será colocada sobre la superficie de la pila de desmonte para darle estabilidad ante la erosión

El cierre del botadero de desmonte deberá ser efectuado siguiendo los criterios generales antes indicados, además de tener en cuenta los siguientes aspectos:

Los taludes del botadero deberán ser renivelados de manera tal de formar un solo talud y eliminar los bancos conformados durante la operación. El ángulo de inclinación de los taludes deberá ser aquél recomendado en los análisis de estabilidad finales del botadero antes de la ejecución del plan de cierre definitivo.

La parte superior del botadero deberá ser renivelado para proporcionar drenaje positivo de las aguas de lluvias desde la cresta hacia los taludes. Este drenaje deberá ser derivado hacia canales de colección o alcantarillas que deberán ser diseñadas para conducir el evento de tormenta de 500 años de periodo de retorno.

5.8. Cierre de los Depósitos de Relaves

El cierre de los actuales depósitos de relaves que nos serán re-tratados y permanecerán en su lugar será realizado tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- ✓ Ejecutar las obras de estabilización física de los depósitos de relaves de acuerdo a las recomendaciones de los estudios efectuados los que garantizará la estabilidad geotécnica a largo plazo.
- ✓ Ejecutar las obras de derivación (canales) recomendadas en el estudio de Estabilidad Física.
- ✓ Nivelar toda la superficie de los relaves para proporcionar drenaje positivo de las aguas de lluvias desde la cresta hacia los taludes. Este drenaje deberá ser derivado hacia los canales de derivación.
- ✓ La superficie de los depósitos deberán ser tratadas mediante la colocación de una cobertura diseñada para evitar la infiltración del agua de lluvias y la erosión eólica. Después de la nivelación de la superficie y antes de la colocación de cualquier capa, toda la superficie deberá ser compactada para obtener una cimentación firme.
- ✓ Para la cobertura se podrán utilizar materiales de préstamo consistentes en suelos arcillosos de baja permeabilidad y materiales de drenaje; materiales geosintéticos consistentes en geomembranas o geotextiles; o una combinación de ambos. La elección del tipo de cobertura más apropiada para el depósito dependerá del diseño final de la cobertura.
- ✓ En las áreas donde se presente escorrentía concentrada, tal como en la zona de los taludes, es posible la utilización de materiales de enrocado y geotextiles para el control de la erosión a largo plazo.

- ✓ Se deberá colocar una capa de 300mm de material orgánico, para promover el crecimiento de especies vegetales nativas.

5.9. Cierre de Planta de Beneficio e Instalaciones Auxiliares

La infraestructura civil y metalmecánica de la planta concentradora e instalaciones auxiliares serán removidas del área de emplazamiento, procediendo a la rehabilitación y estabilidad física y química de las áreas disturbadas. Los residuos sólidos generados por las demoliciones de las instalaciones, serán dispuestas finalmente en concordancia con la normatividad vigente en este tema.

Todos los reservorios de agua superficial serán puestos fuera de servicio y el agua devuelta a sus drenajes naturales. Las alteraciones del suelo serán sembradas con especies apropiadas y abonados si es requerido para establecer un buen crecimiento de las plantas. Cualquier poza de tratamiento de agua, la cual no sea requerida al final del minado será puesta fuera de servicio y sus áreas restauradas con demolición de las obras civiles si las hubiera y recuperación de suelos con revegetación.

El área de canteras de material de préstamo deberá ser restaurada teniendo en cuenta la estabilización de los taludes con cubierta vegetal sembradas con especies de flora local.

5.10. Establecimiento de Actividades de Mantenimiento y Monitoreo Post-Cierre

Se diseñarán las actividades de mantenimiento de los diversos componentes de cierre a ser aplicados una vez ejecutados, es decir luego del cierre de la unidad minera.

Esta tarea considera el cuidado Pasivo y Activo para las Actividades de Mantenimiento Post Cierre Físico, Geoquímico, Hidrológico y Biológico.

Asimismo, se considera las siguientes Actividades de Monitoreo Post Cierre:

- ✓ Monitoreo de la Estabilidad Física.
- ✓ Monitoreo de la Estabilidad Geoquímica.
- ✓ Monitoreo del Manejo de Aguas.
- ✓ Monitoreo Biológico.
- ✓ Monitoreo Social.

5.11. Establecimiento del Cronograma, Presupuesto y Garantía Financieras

Se elaborará el cronograma de ejecución de las actividades de cierre, incluyendo el estimado de tiempo requerido para las actividades de cierre progresivo, así como

para las actividades de mantenimiento y monitoreo considerando tanto las condiciones de cuidado activo como pasivo.

Se calculará el presupuesto para todas las inversiones para las actividades de mantenimiento de los diversos componentes de cierre a ser aplicados una vez ejecutados, es decir luego del cierre de la unidad minera.

Por otro lado, se calcularan los tipos y montos de la garantía Financiera de acuerdo con el Reglamento de la Ley de Cierre de Minas”.

CIEMSA prevé que como garantía financiera empleará la modalidad de presentación de Cartas fianza u otros mecanismos financieros equivalentes, emitidos por un banco nacional o del exterior, de primer nivel, de acuerdo a lo señalado en la Ley del Sistema Financiero y de Seguros y Ley Orgánica de la Superintendencia de Banca y Seguros, sus normas reglamentarias y en las disposiciones de la Superintendencia de Banca y Seguros.