

Tabla de Contenido

7	Descripción del Proyecto	7-1
7.1	Introducción	7-1
7.1.1	Estudios Previos	7-5
7.1.2	Modelo Geológico	7-6
7.1.3	Costo del Proyecto	7-8
7.1.4	Cronograma del Proyecto	7-10
7.1.5	Descripción General de las Actividades del Proyecto Loma Larga	7-11
7.2	Componentes y Procesos del Proyecto	7-12
7.2.1	Mina Subterránea.....	7-19
7.2.2	Instalaciones de Superficie	7-36
7.2.3	Instalaciones para Procesamiento de Mineral	7-48
7.2.4	Instalaciones para Manejo de Relaves	7-68
7.2.5	Infraestructura Vial	7-91
7.2.6	Instalaciones, Actividades y Servicios de Soporte Generales.....	7-99
7.2.7	Instalaciones Existentes	7-101
7.3	Requerimientos del Proyecto-Insumos, Materiales, Herramientas, Equipos y Personal	7-114
7.3.1	Materiales de Construcción	7-114
7.3.2	Maquinarias y Equipos.....	7-115
7.3.3	Productos Químicos/Reactivos a Utilizar.....	7-117
7.3.4	Abastecimiento de Energía Eléctrica	7-118
7.3.5	Combustibles	7-119
7.3.6	Explosivos	7-119
7.3.7	Fuerza Laboral-Mano de Obra y Personal	7-120
7.4	Requerimiento y Gestión de Agua	7-124
7.4.1	Usos y Requerimientos de Agua	7-124
7.4.2	Captación de Agua Superficial.....	7-124
7.4.3	Manejo de Precipitaciones y Escorrentía Natural	7-125
7.4.4	Balance de Agua del Proyecto.....	7-140
7.5	Gestión y Manejo de Desechos y Aguas Residuales	7-157
7.5.1	Manejo de Aguas Residuales	7-157
7.5.2	Desechos Sólidos a Generarse	7-165
7.6	Etapas y Actividades de Implementación del Proyecto	7-181
7.6.1	Construcción	7-181
7.6.2	Operación.....	7-185
7.6.3	Cierre	7-185

Tablas

Tabla 7-1	Estimación de las Reservas Minerales del PLL.....	7-7
Tabla 7-3	Costo Estimado del Proyecto.....	7-8

Tabla 7-4	Descripción General de las Actividades del Proyecto por Etapas.....	7-12
Tabla 7-5	Datos Generales de la Infraestructura del Proyecto Loma Larga	7-12
Tabla 7-6	Datos Generales de la Infraestructura Lineal del Proyecto Loma Larga	7-15
Tabla 7-7	Instalaciones Existente	7-16
Tabla 7-8	Datos Generales del Portal de Mina	7-21
Tabla 7-9	Datos Generales de la Piscina de Manejo de Aguas de Contacto del Área de la Mina	7-27
Tabla 7-10	Chimeneas de Ventilación	7-30
Tabla 7-11	Resumen de OEL de Contaminantes en el Aire	7-31
Tabla 7-12	Requerimientos de ventilación, sistema de ventilación completo en operación	7-31
Tabla 7-13	Instalaciones para Procesamiento de Mineral	7-48
Tabla 7-14	Volúmenes del Producto y Contenido de Humedad Esperados	7-63
Tabla 7-15	Producción y Transporte de los Concentrados	7-63
Tabla 7-16	Instalaciones para Procesamiento de Minerales	7-68
Tabla 7-17	Relación Etapa-Capacidad de la Relavera	7-87
Tabla 7-18	Ubicación del Campamento Pinos	7-102
Tabla 7-19	Ubicación de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras y Grises del campamento Pinos	7-106
Tabla 7-20	Ubicación Referencial del Punto de Descarga de Aguas Negras y Grises del Campamento Pinos.....	7-108
Tabla 7-21	Estimación de Personal en el Tiempo	7-109
Tabla 7-22	Ubicación de la Estación Experimental Agroecológica y Forestal “Las Quinoas”	7-113
Tabla 7-23	Ubicación de Estación Meteorológica Quimsacocha 1.....	7-113
Tabla 7-24	Ubicación de Estaciones Limnigráficas	7-114
Tabla 7-25	Principales Materiales para la Construcción y Explotación	7-114
Tabla 7-26	Principales Materiales de Construcción para la Planta de Procesamiento	7-115
Tabla 7-27	Maquinaria, Equipos y Herramientas	7-115
Tabla 7-28	Maquinaria y Equipos de la Planta de Procesamiento de Mineral	7-117
Tabla 7-29	Uso y Transporte de Reactivos para Procesamiento de Mineral	7-117
Tabla 7-30	Reactivos para la PTA con su Modo de Entrega y Requisitos de Almacenamiento ...	7-118
Tabla 7-31	Posibles Reacciones y Riesgos de los Reactivos de la PTA Almacenados	7-118
Tabla 7-32	Combustible a Utilizarse al Día	7-119
Tabla 7-33	Explosivos a Utilizarse	7-119
Tabla 7-34	Mano de obra calificada y no calificada requerida en el PLL (80 % Nacional).....	7-122
Tabla 7-35	Estimación de Personal Total en el Tiempo	7-123
Tabla 7-36	Consumo de Agua en la Etapa de Construcción	7-124
Tabla 7-37	Consumo de Agua en la Etapa de Operación	7-124
Tabla 7-38	Listado de accesorios para el Reservorio de Agua	7-124

Tabla 7-39	Ubicación del Punto de Captación de Agua del Proyecto	7-125
Tabla 7-40	Listado de Obras Superficiales de Drenaje	7-130
Tabla 7-41	Coeficientes de Escorrentía.....	7-135
Tabla 7-42	Valor de 'n', usando la fórmula Manning.....	7-136
Tabla 7-43	Balance de Agua para el Área de la Mina y Áreas Adyacentes del PLL	7-147
Tabla 7-44	Balance de Agua para el Área de la Planta de Procesamiento de Mineral y Áreas Adyacentes del PLL	7-151
Tabla 7-45	Balance de Agua para el Área de la Relavera y Áreas Adyacentes del PLL	7-154
Tabla 7-46	Resumen del Manejo de Agua del PLL	7-155
Tabla 7-47	Ubicación de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras y Grises.....	7-158
Tabla 7-48	Ubicación de la Planta de Tratamiento de Agua	7-159
Tabla 7-49	Ubicación del Punto de Descarga de Aguas Tratadas y Registro de Descarga	7-164
Tabla 7-50	Calidad Esperada de la Descarga de la PTA	7-165
Tabla 7-51	Instalaciones para el manejo de desechos.....	7-166
Tabla 7-52	Registro de Generación de Residuos Sólidos No-Peligrosos	7-168
Tabla 7-53	Registro de Generación de Desechos Sólidos Peligrosos	7-171

Figuras

Figura 7-1	Ubicación General, División Política y Accesos del PLL	7-3
Figura 7-2	Esquema del Yacimiento del PLL	7-6
Figura 7-3	Planificación de la Producción de Minerales y Leyes de Oro para toda la Etapa de Operación de la Mina del PLL.....	7-8
Figura 7-4	Cronograma de Ejecución del PLL	7-11
Figura 7-5	Implantación General del PLL	7-17
Figura 7-6	Representación 3D de la Mina en el Yacimiento	7-19
Figura 7-7	Representación 3D de la Distribución de la Mina	7-19
Figura 7-8	Dimensiones de la Sección Transversal de la Rampa del PLL	7-20
Figura 7-9	Rampa de Transporte y Camiones Típicos	7-21
Figura 7-10	Ubicación del Portal de la Mina	7-22
Figura 7-11	Diagrama 3D del Área del Portal de la Mina	7-23
Figura 7-12	Descripción General de las Perforaciones Largas Transversales.....	7-23
Figura 7-13	Dimensiones de los Rebajes	7-24
Figura 7-14	Método de Explotación de Galería y Relleno	7-25
Figura 7-15	Dimensiones y Secuencias Específicas del Rebaje del PLL.....	7-25
Figura 7-16	Diagrama de Flujo Básico de la Explotación de Mineral	7-26
Figura 7-17	Ubicación de la Piscina de Manejo de Aguas de Contacto - Área de Mina	7-27

Figura 7-18	Ubicación de las Aperturas de las Chimeneas de Ventilación de la Mina, desde la Superficie	7-29
Figura 7-19	Chimenea de Ventilación y Diseño de Ventiladores del PLL	7-30
Figura 7-20	Vista de un Refugio Típico	7-32
Figura 7-21	Vista de una Bahía de Servicio Subterránea Típica	7-33
Figura 7-22	Diseño Típico de la Bahía de Explosivos.....	7-34
Figura 7-23	Diseño en planta y corte de Bermas de Control de Ruido	7-35
Figura 7-24	Ubicación de Bermas de Suelo para Control de Ruido	7-36
Figura 7-25	Ubicación de la Pila de Almacenamiento de Estéril	7-38
Figura 7-26	Ubicación de la Pila de Almacenamiento de Mineral.....	7-39
Figura 7-27	Ubicación de la Zona de Almacenamiento de Suelos	7-41
Figura 7-28	Ubicación de la Estación de Combustible, Separador de Agua y Aceite y el Taller de Mantenimiento.....	7-43
Figura 7-29	Distribución de la Estación de Combustible	7-44
Figura 7-30	Ubicación del Área de Vestidores.....	7-45
Figura 7-31	Ubicación del Acceso y Garita Principal	7-46
Figura 7-32	Ubicación de la Bodega y Oficinas	7-47
Figura 7-33	Ubicación del Polvorín y su Vía de Acceso	7-48
Figura 7-34	Distribución de la Planta de Procesamiento de Mineral	7-49
Figura 7-35	Diagrama de Flujo del Procesamiento de Mineral.....	7-51
Figura 7-36	Ubicación del Área de Trituración.....	7-53
Figura 7-37	Disposición del Circuito de Trituración.....	7-54
Figura 7-38	Esquema de la Trituradora de Mandíbula Primaria	7-54
Figura 7-39	Esquema de Cribado o Tamizado Primario.....	7-55
Figura 7-40	Esquema de la Trituradora Secundaria	7-55
Figura 7-41	Diseño del Molino y Clasificación	7-57
Figura 7-42	Esquema del Molino Primario	7-57
Figura 7-43	Operación Típica de una Celda de Flotación	7-58
Figura 7-44	Distribución del Banco de Flotación de Desbastes de Cobre	7-59
Figura 7-45	Distribución del Banco de Flotación del Primer Limpiador de Pirita.....	7-60
Figura 7-46	Piscina de Manejo de Aguas de Contacto-Planta de Procesamiento de Mineral	7-61
Figura 7-47	Operación Típica de Espesante.....	7-62
Figura 7-48	Distribución del Banco de Flotación del Primer Limpiador de Pirita.....	7-63
Figura 7-49	Distribución Típica de Edificio de Filtro para Concentrados de Cobre	7-64
Figura 7-50	Ejemplo de un Molino de Bolas dentro de un Edificio Revestido con Lámina (vista interna)	7-67
Figura 7-51	Ejemplo de Filtros dentro de un Edificio Revestido con Lámina	7-67

Figura 7-52	Ejemplo de un Molino de Bolas dentro de un Edificio Revestido con Lámina (vista externa)	7-68
Figura 7-53	Diseño típico para la construcción de las rutas internas	7-69
Figura 7-54	Ubicación de la Relavera	7-70
Figura 7-55	Planta General de la Relavera.....	7-71
Figura 7-56	Fases de Construcción de la Relavera.....	7-73
Figura 7-57	Concesiones Mineras No Metálicos cercanas al PLL.....	7-74
Figura 7-58	Resultados de los Ensayos de Celda de Humedad para Relaves Rougher	7-77
Figura 7-59	Ubicación de Secciones para el Análisis de Estabilidad	7-78
Figura 7-60	Planta del sistema de manejo de aguas subterráneas.....	7-80
Figura 7-61	Sección típica del dren del sistema de manejo de aguas subterráneas	7-80
Figura 7-62	Ubicación de la Piscina de Agua de Contacto de la Relavera	7-82
Figura 7-63	Ubicación de la Vía de Acceso a la Relavera.....	7-85
Figura 7-64	Ubicación de la Planta de Relleno en Pasta.....	7-88
Figura 7-65	Diseño de la Planta de Relleno en Pasta	7-89
Figura 7-66	Criterio de diseño de las vías internas.....	7-92
Figura 7-67	Ubicación del Acceso Principal	7-93
Figura 7-68	Ubicación del Acceso al Portal de la Mina y Área de Trituración	7-94
Figura 7-69	Ubicación del Acceso a los Vestidores	7-95
Figura 7-70	Ubicación del Acceso a las Chimeneas.....	7-96
Figura 7-71	Ubicación de los Accesos a la Planta de Procesamiento de Mineral.....	7-97
Figura 7-72	Ubicación del Acceso a la Planta de Relleno en Pasta	7-98
Figura 7-73	Ubicación del Acceso al Área para Almacenamiento Temporal de Residuos y Escombrera de Material Inadecuado	7-99
Figura 7-74	Diseño del Edificio de Reactivo Seco y del Edificio del Reactivo Líquido	7-100
Figura 7-75	Acondicionamiento Tipo del Campamento Pinos	7-103
Figura 7-76	Ubicación de los Puntos de Captación y Descarga de Agua del Campamento Pinos	7-105
Figura 7-77	Ubicación Referencial del Punto de Captación de Agua del Campamento Pinos	7-106
Figura 7-78	Sistema de Tratamiento de Aguas Negras y Grises del campamento Pinos.....	7-106
Figura 7-79	Planta de Tanques Tratamiento de Aguas Negras y Grises del campamento Pinos	7-107
Figura 7-80	Celdas de Proceso de la Planta Tratamiento de Aguas Negras y Grises del Campamento Pinos.....	7-107
Figura 7-81	Tanque Séptico	7-108
Figura 7-82	Zonas de Manejo de Escorrentía-Captación y Desvío de Agua en el Sitio.....	7-126
Figura 7-83	Segregación de Lluvias en la Planta de Procesamiento de Mineral	7-128
Figura 7-84	Secuencia de Construcción de la Mina y la Planta de Procesamiento de Mineral	7-129
Figura 7-85	Ubicación de Obras Superficiales de Drenaje	7-131

Figura 7-86	Bermas de Desvío Típicas.....	7-131
Figura 7-87	Trinchos Típicos para Restablecer Cobertura en Zonas de Alta Pendiente	7-132
Figura 7-88	Barrera Perimetral con Filtro Típica	7-133
Figura 7-89	Información de la Estación El Labrado del INAMHI.....	7-135
Figura 7-90	Cunetas y Canales Tipo.....	7-137
Figura 7-91	Caudales Recomendados para el Drenaje Superficial	7-138
Figura 7-92	Cámaras de Caídas Verticales	7-139
Figura 7-93	Canales en Gradería con Disipación de Energía	7-139
Figura 7-94	Piscinas Típicas para el Proyecto.....	7-140
Figura 7-95	Distribución General de las Tres Áreas Principales para el Manejo de Agua del Sitio	7-141
Figura 7-96	Diagrama de Flujo Esquemático para la Etapa de Construcción del PLL	7-143
Figura 7-97	Diagrama de Flujo Esquemático para la Etapa Operativa (Relavera Fase 1) del PLL	7-144
Figura 7-98	Diagrama de Flujo Esquemático para la Etapa Operativa (Relavera Fases 2 y 3) del PLL	7-145
Figura 7-99	Diagrama de Flujo Esquemático para la Etapa de Cierre del PLL	7-146
Figura 7-100	Diagrama de Flujo Esquemático Balance de Agua para el Área de la Mina y Áreas Adyacentes del PLL.....	7-148
Figura 7-101	Sistema de desagüe de mina para tratamiento de aguas	7-149
Figura 7-102	Ubicación de la Piscina de Manejo de Aguas de Contacto con Relaves	7-153
Figura 7-103	Ubicación de la Piscina de Manejo de Aguas Negras y Grises.....	7-157
Figura 7-104	Esquema de Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales con Lodos Activados	7-158
Figura 7-105	Ubicación de la Planta de Tratamiento de Agua	7-160
Figura 7-106	Implantación General de la PTA	7-162
Figura 7-107	Resumen del Proceso de la PTA.....	7-163
Figura 7-108	Ubicación del Área para Almacenamiento Temporal de Residuos	7-166
Figura 7-109	Diseño tipo del Área para almacenamiento temporal de residuos	7-167
Figura 7-110	Dimensiones de la escombrera de material inadecuado y piscina de sedimentación	7-179
Figura 7-111	Ubicación de la Escombrera de Material Inadecuado	7-180
Figura 7-112	Zonas de Manejo de Escorrentía-Captación y Desvío de Agua en el Sitio.....	7-181
Figura 7-113	Secuencia de Construcción de la Mina y de la Planta de Procesamiento de Mineral	7-184
Figura 7-114	Cierre de la Relavera-Configuración Final.....	7-190
Figura 7-115	Cierre de la Relavera-Sección Muro y Piscina	7-191

+

7 Descripción del Proyecto

7.1 Introducción

DPMECUADOR SA propone desarrollar el proyecto Loma Larga (en adelante, PLL o el Proyecto) como una mina subterránea de oro, plata y cobre; a fin de extraer el mineral del yacimiento subterráneo. Si bien la mina tendrá una duración total de 16 años (todas las etapas), la etapa de operación o vida útil de esta será únicamente de 12 años, y tendrá un diseño correspondiente a una tasa de producción esperada de 3000 tpd (toneladas por día) o 1 095 000 tpa (toneladas por año) en plena producción y en las instalaciones de producción de concentrado asociadas (Conminución: Trituración, Flotación y Concentrado) que forman parte del proyecto, de acuerdo con lo descrito en la sección 7.2.3 más adelante.

De acuerdo con la división político-administrativa, el Área Geográfica del PLL se encuentra en las parroquias Victoria del Portete del cantón Cuenca y San Gerardo cantón Girón; sin embargo, en función de la definición de área de influencia directa para el componente socioeconómico, señalado en el artículo 468 del Reglamento al Código Orgánico del Ambiente (RCODA); las localidades del área geográfica comprenden: Duraznos, Cristal Aguarongos y Comuna Sombrederas; las cuales se asientan en las parroquias Victoria del Portete, y San Gerardo y respectivamente; en el caso de la Comuna Sombrederas su territorio se extiende a las parroquias Victoria del Portete, Baños y Chumblín, administrativamente la localidad se reconoce como la parroquia Chumblín en tal sentido se incluyó a dicha parroquia como parte del área geográfica.

El Área de Implantación que se encuentra dentro del Área Geográfica del PLL; y será implementada en su mayor parte en la parroquia rural Victoria del Portete del cantón Cuenca; y en la zona norte de la parroquia San Gerardo del cantón Girón.

Para la elaboración de la presente sección, se consideró la información contenida en varios estudios, informes, investigaciones, cálculos, diseños, pruebas, ensayos, etc. entre los que se destacan: El Estudio de Factibilidad (EF) del Proyecto Loma Larga, que fue preparado de conformidad con los requisitos de los Estándares de divulgación para proyectos mineros del Instrumento Nacional Canadiense 43-101 (NI 43-101) y fue elaborado por compañías internacionales de ingeniería con amplia experiencia tanto en la construcción como en la operación de proyectos mineros, como:

- > DRA Americas Inc. (DRA), esta empresa realizó la planificación minera, la estimación de reservas minerales, la metalurgia, el procesamiento y la estimación económica y coordinó la preparación del Estudio de Factibilidad (EF);
- > Roscoe Postle Associates Inc., actualmente parte de SLR Consulting Ltd. (RPA), para la estimación de Recursos Minerales;
- > RockEng Inc. (RockEng) para el diseño geotécnico de la mina subterránea;
- > Itasca Denver, Inc. (Itasca) para hidrogeología y calidad del agua;
- > Mark Thorpe para el área social y ambiental;
- > NewFields para el diseño de instalaciones de almacenamiento de relaves;
- > Paterson & Cooke Canada Inc. (P&C) para el relleno de pasta; y,
- > SGS Canada Inc. para el trabajo de pruebas metalúrgicas.

En igual forma se puede destacar los informes técnicos siguientes:

- > Itasca Denver, Inc. (Itasca). Simulations of Groundwater Flow Conditions for the Loma Larga Project, 2018;

- > Itasca Denver, Inc. (Itasca). Loma Larga Hydrogeologic Field Activities, 2017;
- > Itasca Denver, Inc. (Itasca). Memorando Técnico - Soporte del EIA sobre geoquímica y agua subterránea de Loma Larga, 2020.

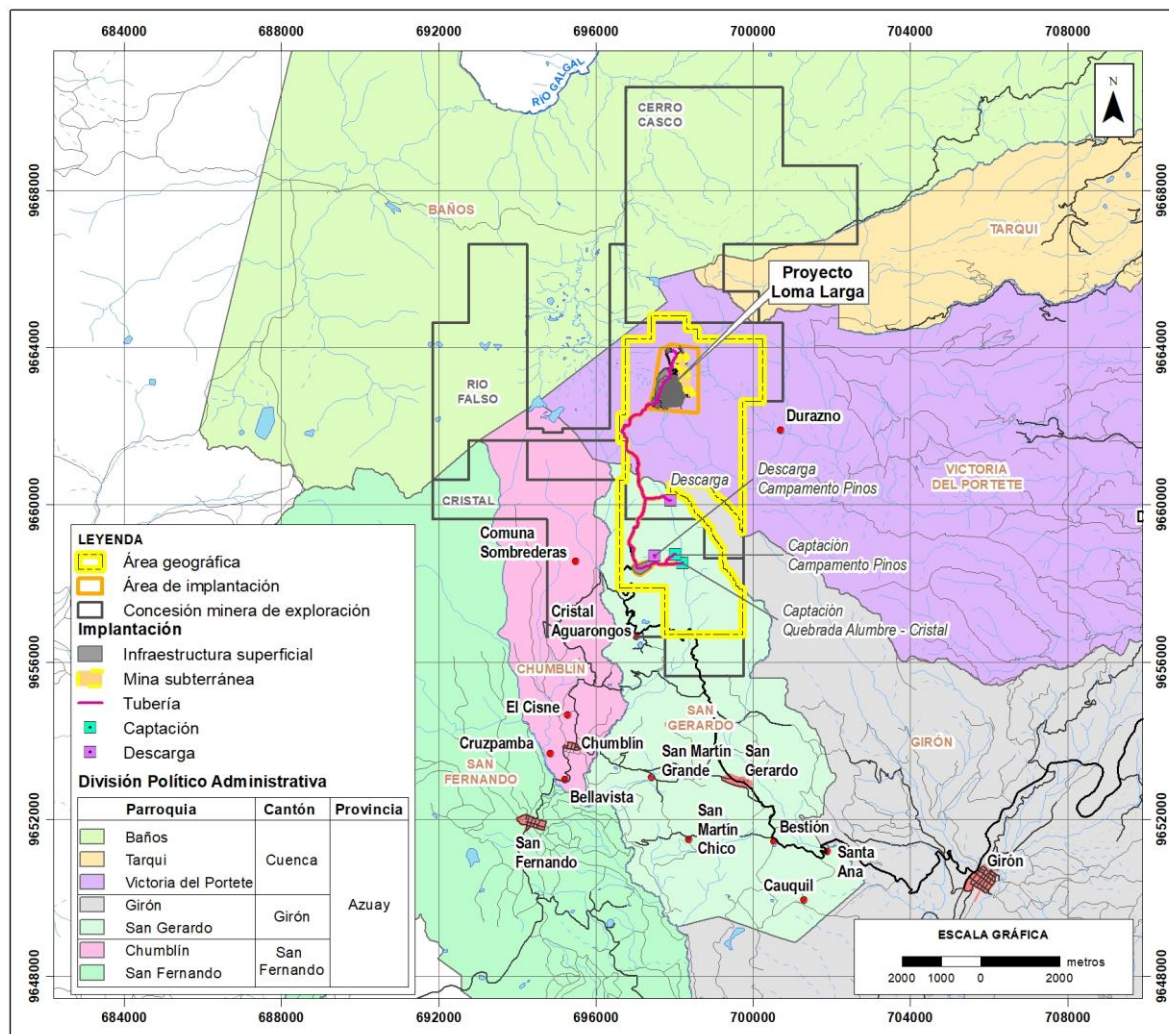


Figura 7-1 Ubicación General, División Política y Accesos del PLL

Fuente: Comité Nacional de Límites Internos, 2019-2020
Elaboración: Entrix, 2022

Página en blanco

7.1.1 Estudios Previos

La información geológica aquí resumida es un extracto de la Sección 5 del Estudio de la Viabilidad Loma Larga 2018 (INV Metals, 2018 aa), y fue recopilada en el sitio de la mina de 2002 a 2018 por IAMGOLD ECUADOR S. A. e INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC (INV Metals, 2018 aa).

7.1.1.1 Perforación IAMGOLD ECUADOR S. A.

En 2002 iniciaron programas de perforación a diamantina basados en la información de exploración realizadas por operadores anteriores, así como en sus propios programas de exploración de seguimiento. El yacimiento de Loma Larga fue descubierto por IAMGOLD ECUADOR S. A. (actualmente DPMECUADOR SA), resultado de la campaña de perforación de 2004, durante la cual se perforó un total de 13 930 m en 45 sondajes. Cuatro de las perforaciones fueron realizadas en la zona Loma Larga. De octubre de 2005 a agosto de 2006, IAMGOLD perforó 24 542 m adicionales en 125 sondajes, de los cuales aproximadamente la mitad fueron para taladrar en el relleno y el resto se llevó a cabo para probar una posible extensión.

IAMGOLD GOLD Ecuador S. A. entonces contrató a dos empresas: Kluane y Paragon, para llevar a cabo la perforación; todo el trabajo se realizó mediante perforación diamantina de núcleo, y los diámetros de núcleo utilizados fueron HQ (63,5 mm) y NQ (47,6 mm), para Paragon, y NT (56 mm) y BT (42 mm), para Kluane. Todos los collares de perforación fueron evaluados. La mayoría de los agujeros se perforaron de -55° a -65°, pero oscilaron entre -45° y -90°. Todo el núcleo obtenido de la perforación fue colocado en cajas de madera y transferido a la sala de logueo en el campamento de campo, para el logueo y muestreo para ensayos. El diámetro del núcleo dependía del tipo de taladro utilizado por cada empresa.

De 2002 a diciembre de 2007, IAMGOLD ECUADOR S. A. perforó un total de 65 117 m en 280 sondajes (IAMGOLD, 2009). No se llevó a cabo ninguna perforación entre 2008 y 2012.

7.1.1.2 Perforación INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC

Después de adquirir el proyecto en 2012, se contrató a ORIX para llevar a cabo una compilación 3D detallada y reinterpretación del depósito, con el objetivo de promover la comprensión del depósito e identificar los objetivos de perforación.

Geoscience North se comprometió a revisar y compilar todos los datos geofísicos recopilados anteriormente, que luego se integraron en la compilación ORIX. El programa de perforación, en 2013, incluyó 12 perforaciones a diamantina, que suman 3684,7 m, incluyendo dos sondajes perforados para pruebas metalúrgicas, tres agujeros para definir aún más la zona principal de alto grado y siete agujeros para probar objetivos de paso para extender el depósito.

Las perforaciones LLD-371 y LLD-372 fueron realizadas para obtener material para pruebas metalúrgicas. La perforación metalúrgica en la zona de alto grado demuestra claramente que el depósito de oro Loma Larga contiene un núcleo de alto grado, rodeado por un halo de grado inferior. Los agujeros LLD-373 a LLD-375 fueron perforados para definir mejor los márgenes de la zona de alto grado.

La perforación geotécnica, hidrológica y de exploración fue realizada por INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC en 2016-2017 (INV Metals, 2018 aa). Un total de 6978 m fueron perforados en 32 sondajes. Estos se resumen a continuación:

- > Se contrató a Geoscience North Ltd., para organizar y analizar datos geofísicos dentro de la concesión Río Falso. Se evaluaron conjuntos de datos de Newmont y Val D'Or Sud América, y se elaboró un informe en el que se esbozaban posibles objetivos de exploración (Geoscience North, 2018).
- > Western Mining Services (WMS) fue contratado para completar una evaluación del Proyecto y orientar el estudio sobre el Proyecto. WMS analizó datos de perforaciones a diamantina, mapas geológicos y

datos geofísicos para desarrollar una matriz de orientación para el programa de exploración Loma Larga. En junio de 2018 se proporcionó un informe final (Western Mining Services, 2018).

- > Junto con Geominingold de Ecuador, el mapa geológico regional para las concesiones de Loma Larga fue actualizado en junio de 2018. El mapeo se dirigió a áreas sin mapeo geológico previo, a lo largo de los límites de la concesión y áreas validadas de mapeo anterior.

A principios del 2020, se desarrolló una campaña de investigación geotécnica preliminar, la cual incluyó la excavación de 20 calicatas ubicadas al interior del área seleccionada para la relavera, y 15 calicatas ubicadas en áreas adyacentes a esta.

7.1.2 Modelo Geológico

La profundidad del yacimiento es de aproximadamente 120 m desde la superficie, con una geometría plana y alargada, como se muestra a continuación (Figura 7-2).

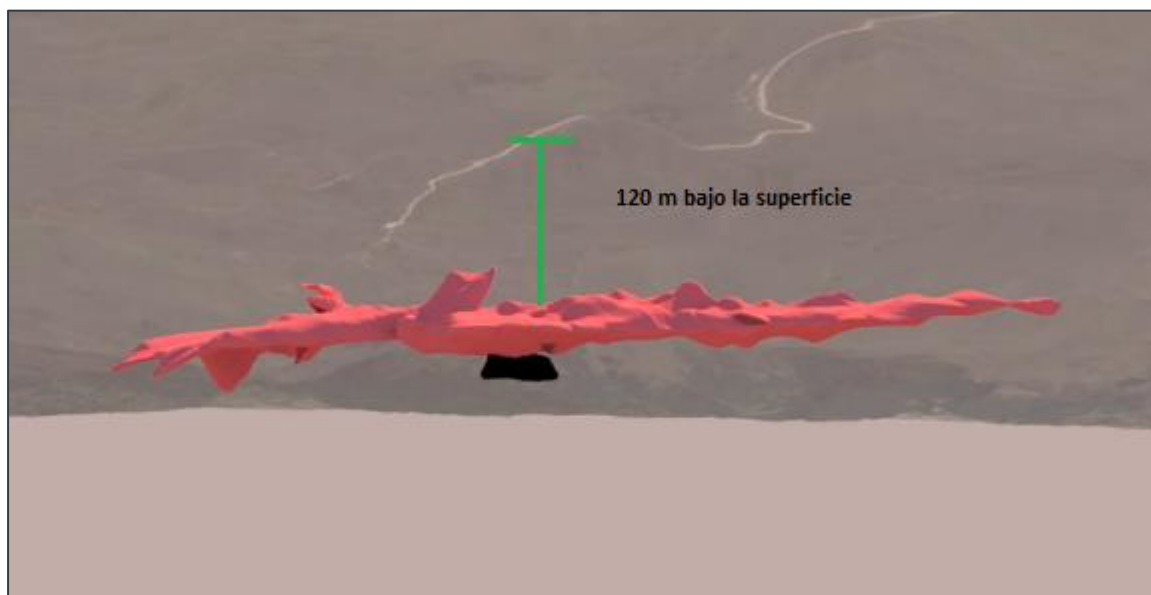


Figura 7-2 Esquema del Yacimiento del PLL

Fuente: Reporte Técnico NI-43101 Estudio de Factibilidad – Proyecto Loma Larga, DRA Americas INC., 2019

Roscoe Postle Associates Inc., actualmente parte de SLR Consulting Ltd. (RPA) estimó los Recursos Minerales para el Proyecto Loma Larga utilizando todos los datos de perforación disponibles al 31 de marzo de 2020. Se actualizó previamente esta estimación de Recursos Minerales en octubre de 2018 y se presentó en el Informe Técnico de 2019.

La estimación actual de los Recursos Minerales se basa en un escenario de minería subterránea y el informe incluye las Reservas Minerales. Al aplicar un valor de corte de retorno neto de fundición (NSR, por sus siglas en inglés) de USD 55/t, los Recursos Minerales al 31 de marzo de 2020. Los Recursos Minerales se ajustan a los Estándares de Definición para Recursos Minerales y Reservas Minerales del Instituto Canadiense de Minería, Metalurgia, Petróleo (CIM) (definiciones de CIM (2014)) como se incorpora por referencia en el Reporte Técnico NI-43101 Estudio de Factibilidad – Proyecto Loma Larga, DRA Americas INC., 2019

Se desarrollaron estructuras de almacén tridimensionales (3D) de ley para 2,0 g/t Au (Zona de Alta Ley) y 0,8 g/t Au (Zona de Baja Ley). RPA usó secciones transversales, secciones largas y vistas en planta para interpretar y validar las estructuras.

La Zona de Alta Ley de Loma Larga incluye dos zonas mineralizadas: La Zona Principal de Alta Ley y la Zona Superior de Alta Ley. La Zona de Baja Ley abarca dos dominios: el dominio de estructuras de la Zona Principal de Baja Ley que incluye la Zona Principal de Alta Ley y la Zona Inferior de Baja Ley, que se encuentra debajo de la Zona Principal de Baja Ley.

La variografía se realizó en los compuestos de 2,0 m Au, Ag, Cu, S y densidad de la Zona Principal de Alta Ley y la Zona Principal de Baja Ley. La interpolación de ley de bloque se llevó a cabo utilizando Kriging Ordinario (OK) y se usaron los modelos de estructura de almacén de ley de oro para restringir las interpolaciones de ley. Se usó un límite suave entre las Zonas Principales de Baja y Alta Ley para la interpolación de bloques de densidad.

La mineralización de sulfuro polimetálico en el depósito Loma Larga contiene valores significativos de Au, Ag y Cu. Por lo tanto, los ensayos originales se convirtieron en valores NSR (\$ por tonelada). Los valores NSR representan parámetros tales como el precio del metal, las recuperaciones metalúrgicas, los términos de la fundición y los cargos de refinación y los costos de transporte.

Con el propósito de desarrollar un valor de corte NSR para una operación subterránea, se asumió un costo operativo total de US\$ 55/t molido, que incluye la minería, el procesamiento y los gastos generales y administrativos (G&A).

Tabla 7-1 Estimación de las Reservas Minerales del PLL

Categoría del Mineral	Tonelada (M)	Au	Contenido de Au	Ley	Contenido de Ag	Ley	Contenido de Ag	Ley de Au Equivalente	Au Equivalent e
		Ley (g/t)	(M oz)	(g/t)	(M oz)	(%)	(M lb)	(g/t)	(M oz)
Probado	2,9	7,3	0,69	34,8	3,27	0,44%	28,5	8,4	0,79
Probable	11	4,28	1,51	28,3	10	0,25 %	59,5	5	1,77
Probado y Probable	13,9	4,91	2,2	29,6	13,27	0,29 %	88	5,72	2,56

Fuente: Reporte Técnico NI-43101 Estudio de Factibilidad – Proyecto Loma Larga, DRA Americas INC., 2019

Se estiman las reservas minerales en 13 926 500 t de mineral recuperable y diluido con una ley de 4,91 g/t oro (Au), 29,6 g/t plata (Ag) y 0,29 % cobre (Cu), utilizando un corte económico de USD 60/t correspondiente al retorno neto de fundición (NSR, por sus siglas en inglés); estas reservas incluyen dilución y pérdida de mineral, y se detallan en función de las secciones 16.5.2 Asunciones del Cronograma y 16.5.4 Cronograma de Producción de Mina, del Reporte Técnico NI 43-101 Estudio de Factibilidad - Proyecto Loma Larga, elaborado por DRA Americas INC.

El complejo minero del molino está diseñado para producir y procesar 1'241.000 toneladas de minerales por año a una tasa de 3.545 t/d, siete días a la semana, 350 días al año. En los primeros cuatro años de minería, se priorizarán las zonas de alta ley, y la mina producirá y procesará 91.250 toneladas de minerales por mes a una tasa de 3.000 t/d. A partir del quinto año (de minería), cuando se haya extraído la mayor parte de la zona de alta ley, la productividad aumentará a 103.417 toneladas por mes a una tasa de 3.400 t/d. Al principio, en la fase de preproducción, se almacenarán los minerales del desarrollo del nivel en acopios en la superficie para su procesamiento en el período inicial de aceleración. La mina está programada para aumentar la producción antes de que se complete la construcción del molino.

Se estima que la reserva mineral probada total es de 13'926.476 toneladas de mineral, lo que representa 2'199.965 onzas de oro que se producirán durante 12 años.

Las leyes y cantidades de mineral planificadas para la etapa de operación de la mina¹ se indican en la Figura 7-3.

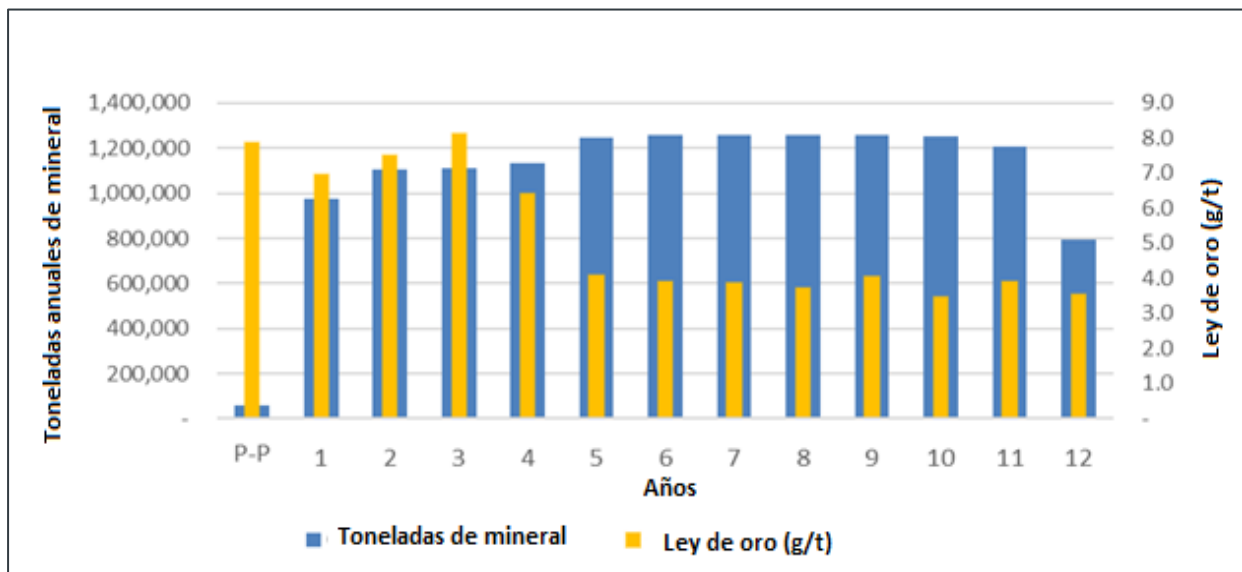


Figura 7-3 Planificación de la Producción de Minerales y Leyes de Oro para toda la Etapa de Operación de la Mina del PLL

Fuente: Reporte Técnico NI-43101 Estudio de Factibilidad – Proyecto Loma Larga, DRA Americas INC., 2019

7.1.3 Costo del Proyecto

En función de los estudios realizados hasta el momento, se ha estimado el costo aproximado del Proyecto, que se resume en la Tabla 7-2 a continuación. Se usa como referencia Tabla 21-1, Tabla 21-2 Resumen de estimación de capital inicial por disciplina y Tabla 21-5: Resumen del costo de capital de la mina, del Reporte Técnico NI 43-101 Estudio de Factibilidad - Proyecto Loma Larga, elaborado por DRA Americas INC.

Tabla 7-2 Costo Estimado del Proyecto

Costo directo	US\$ Costo Directo
1000 – Minería-subterránea	40 206 777
2000 – Infraestructura superficial-mina	10 414 250
3000 – Planta de proceso	69 170 043
4000 – Gestión de residuos	19 756 594
5000 – Infraestructura de planta	18 242 325
6000 – Infraestructura fuera del sitio	15 229 084
Costo directo subtotal	173 019 073
Costo indirecto	US\$ Costo Indirecto
Contratistas	27 070 018

¹ Si bien la mina tendrá una duración de 16 años (todas las etapas), la etapa de operación o vida útil de esta será únicamente de 12 años.

Inventario	7 120 678
Servicios de proyectos	24 389 062
Representante de proveedores y puesta en marcha	2 458 976
Costos de INV	17 767 863
Flete y logística	5 394 482
Impuestos	28 109 009
Contingencia	30 191 754
Costo indirecto subtotal	142 501 842
Costo de capital inicial total	315 520 915
Costo de capital sostenido	70 512 080
Costo de cierre	22 457 780
Costo de capital total del proyecto	408 490 775
Detalle de Costos Directos por Área	US\$ Costo Directo
1000 – Minería-subterránea	
1100 – Equipos móviles	17 402 365
1200 – Desarrollo minero	14 951 601
1300 – Talleres	201 783
1400 – Servicios subterráneos	7 651 029
2000 – Infraestructura superficial-mina	
2100 – Ventilación	353 052
2200 – Planta de relleno de pasta	9 050 029
2500 – Pila de acopio de mineral	1 011 169
3000 – Planta de Procesos	
3100 – Trituración	9 027 244
3200 – Molienda	14 013,012
3300 – Flotación de Cobre	7 149 026
3400 – Flotación de Pirita	5 714 235
3500 – Gestión de Relaves	6 480 319
3600 – Manejo de Concentrado	6 202 839
3700 – Servicios para la planta de procesos	3 041 900
3800 – Reactivos	2 047 529
3900 – Equipo móvil de la planta (superficie)	4 849 731
5200 – Salas Eléctricas de la planta de procesos)	10 284 208
4000 – Gestión de residuos	

4100 – Almacenamiento de relaves	14 144 078
4300 – Gestión de agua	1 154 745
4400 – Planta de tratamiento de agua efluente	4 457 771
5000 – Infraestructura de planta	
5100 – Desarrollo de rutas internas y plataformas	5 813 336
5200 – Generación eléctrica y distribución	4 909 658
5300 – Instalaciones auxiliares y de almacenamiento	3 769 786
5400 – Instalaciones de mantenimiento	3 749 544
6000 – Infraestructura fuera del sitio	
6100 – Ruta de acceso	9 836 062
6200 – Líneas de transmisión	3 446 684
6310 – Instalaciones portuarias	1 551 157
6400 – Oficinas en Cuenca	202 671
6500 – Instalaciones en San Gerardo	192 511

Fuente: Reporte Técnico NI-43101 Estudio de Factibilidad Loma Larga; por DRA Americas INC., 2019

7.1.4 Cronograma del Proyecto

Siempre y cuando se cuente con las aprobaciones requeridas; se estima que el Proyecto tenga una duración de 27 meses, desde la ingeniería detallada hasta el inicio del incremento de producción (excluyendo la etapa de transición). El cronograma se muestra en la Figura 7-4, a continuación.

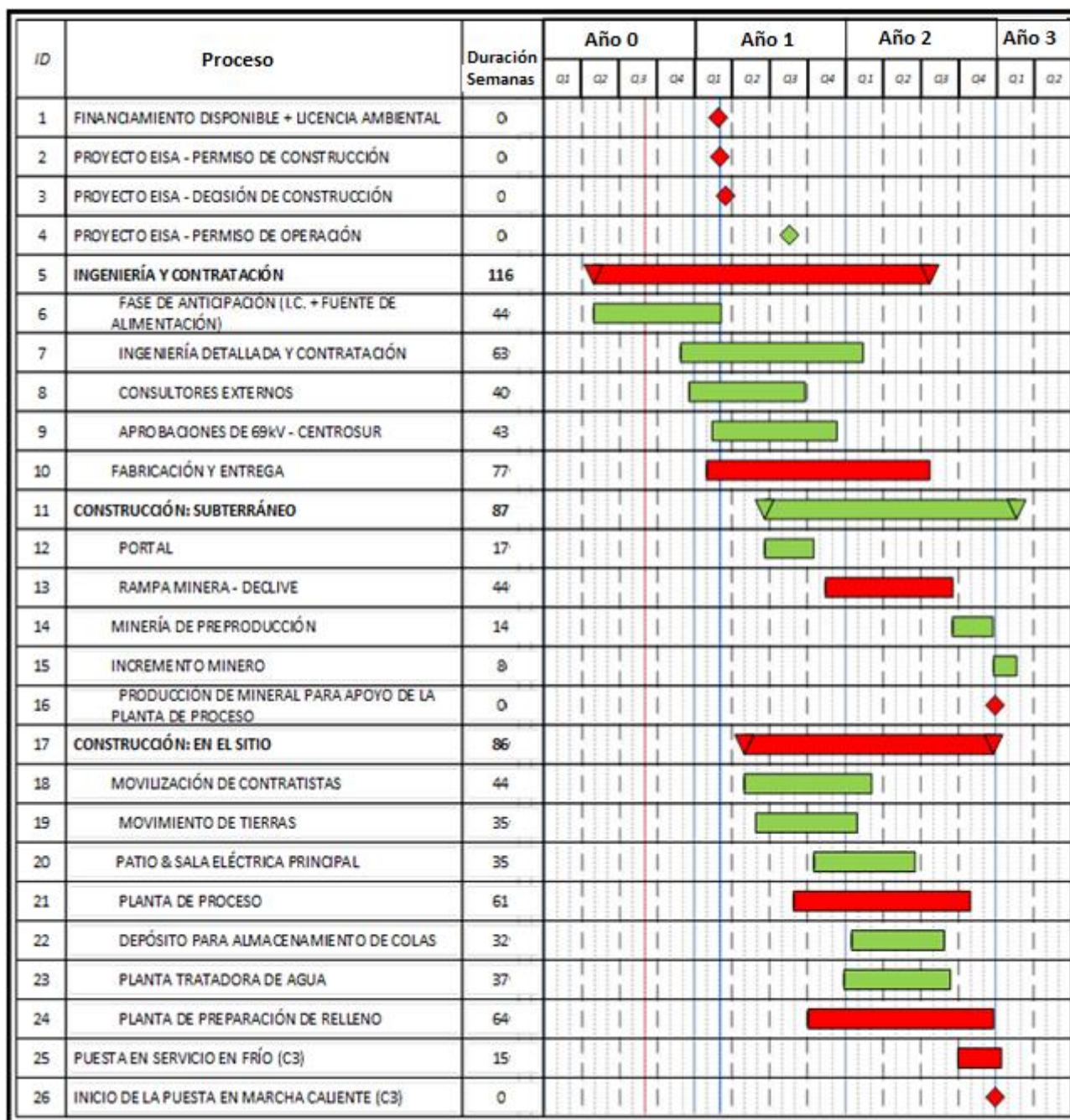


Figura 7-4 Cronograma de Ejecución del PLL

Fuente: Reporte Técnico NI-43101 Estudio de Factibilidad Loma Larga; por DRA Americas INC., 2019

7.1.5 Descripción General de las Actividades del Proyecto Loma Larga

En la Tabla 7-3 se presenta una descripción general de las actividades del proyecto Loma Larga por etapas.

Tabla 7-3 Descripción General de las Actividades del Proyecto por Etapas

Construcción	Operación y Mantenimiento	Cierre
▪ Ingreso de personal con materiales, equipos y maquinaria, y presencia de personal en sitio. ▪ Acondicionamiento de campamento. ▪ Construcción y mejoramiento del acceso principal y de los secundarios. ▪ Construcción de obras para manejo de aguas de lluvia y escorrentía. ▪ Construcción de pila de almacenamiento de: estéril y mineral, zona de almacenamiento de suelos y escombrera de material inadecuado. ▪ Construcción del área para almacenamiento temporal de residuos. ▪ Construcción de la relavera. ▪ Construcción del portal de la mina y rampa. ▪ Construcción de plataformas para la planta de procesamiento de mineral y la infraestructura de soporte requerida.	▪ Actividades de logística del personal, transporte de carga en general y mineral. ▪ Mantenimiento de accesos. ▪ Uso de campamento. ▪ Explotación de mina subterránea. ▪ Operación de planta de procesamiento de mineral con producción de concentrado. ▪ Manejo y almacenamiento de todo material inadecuado para la construcción. ▪ Operación de la relavera. ▪ Operación de la planta de tratamiento de agua. ▪ Operación de la planta de tratamiento de aguas negras y grises. ▪ Operación de la planta de relleno en pasta. ▪ Funcionamiento de infraestructura superficial (oficinas, comedores, bodegas, talleres, centro médico, polvorín). ▪ Operación del área para almacenamiento temporal de residuos.	▪ Actividades de logística del personal, transporte de carga en general y equipos para el cierre de la mina. ▪ Cierre de la mina, rampa, portal y ventilaciones. ▪ Desmantelamiento de la planta de procesamiento de mineral e infraestructura de soporte. ▪ Cierre de la relavera. ▪ Cierre de pila de almacenamiento de: estéril y mineral, zona de almacenamiento de suelos y del área para almacenamiento temporal de residuos. ▪ Cierre de accesos. ▪ Desmantelamiento y cierre de campamento. ▪ Actividades postcierre.

Fuente: DPMECUADOR SA, 2022

7.2 Componentes y Procesos del Proyecto

De forma general, el Proyecto consta de cinco estructuras básicas o facilidades: portal de la mina, relavera, planta de procesamiento de mineral, planta de relleno en pasta y polvorín, todas localizadas dentro del área de implantación del proyecto, y cuya distribución se muestra en la

Figura 7-5. Estas estructuras básicas, a su vez, constan de otras estructuras o facilidades cuyas características, áreas y coordenadas se detallan en las diferentes secciones de este capítulo. En la Tabla 7-4 se presentan las estructuras o facilidades que constituyen el proyecto Loma Larga, con su ubicación (centroide) y su superficie.

Adicionalmente, existe infraestructura lineal correspondiente a accesos internos, tuberías y canales, que también forman parte integral del Proyecto. En la Tabla 7-5 se presentan las estructuras o facilidades lineales que constituyen el proyecto Minera Loma Larga, con su ubicación (coordenada de inicio y fin) y su superficie. En la Tabla 7-6 se presentan las instalaciones existentes en el proyecto Loma Larga.

Tabla 7-4 Datos Generales de la Infraestructura del Proyecto Loma Larga

Infraestructura / Facilidades	Nombre	Coordenadas Centroides WGS84 Zona 17 Sur		Área (ha)
		Este (m)	Norte (m)	
Instalaciones	Acceso y garita principal	697420,95	9662574,79	0,02

Infraestructura / Facilidades	Nombre	Coordenadas Centroides WGS84 Zona 17 Sur		Área (ha)
		Este (m)	Norte (m)	
	Garita principal (área adicional)	697411,47	9662575,94	0,09
	Pila de almacenamiento de mineral	697635,47	9662757,98	0,44
	Pila de almacenamiento de estéril	697703,60	9662557,06	0,24
	Zona de almacenamiento de suelos	698209,99	9663797,60	1,81
	Área de vestidores	697590,22	9662591,68	0,29
	Área de vestidores (área adicional)	697581,19	9662611,21	0,3
	Área interna sin infraestructura	697666,52	9663076,97	4,62
	Bodega	697457,58	9662708,27	0,08
	Área para almacenamiento temporal de residuos	697820,82	9663891,59	0,23
	Chimenea de ventilación	698357,81	9662745,54	0,01
	Chimenea de ventilación	698095,81	9663479,33	0,01
	Chimenea de ventilación	698096,58	9663671,04	0,01
	Chimenea de ventilación	698193,96	9662998,20	0,01
	Chimenea de ventilación	698066,02	9663209,56	0,002
	Chimenea de ventilación	698037,88	9663203,85	0,002
	Relavera	697952,50	9662839,95	32,86
	Estación de combustible	697584,00	9662825,65	0,07
	Oficinas	697432,50	9662637,90	0,07
	Oficinas (área adicional)	697456,46	9662656,68	0,43
	Piscina de manejo de agua - escombrera de material inadecuado	697944,14	9663918,58	0,01
	Área adicional de manejo de aguas de contacto - mina	697748,94	9662465,32	0,15
	Piscina de manejo de aguas de contacto - área de mina	697767,97	9662465,32	0,31
	Piscina de manejo de aguas de contacto - planta de procesamiento de mineral	697896,63	9663453,02	0,1
	Área adicional de aguas de contacto - planta de procesamiento de mineral	697886,80	9663452,35	0,13
	Piscina de manejo de aguas de contacto - relaves	697990,41	9663240,70	1,22
	Planta de relleno en pasta	698141,41	9663399,89	0,47
	Planta de procesamiento de mineral	697700,02	9663276,64	5,42
	Área de trituración	697539,26	9662932,45	0,67
	Planta de tratamiento de agua	697866,88	9663470,49	0,07
	Planta de tratamiento de aguas negras y grises	697786,91	9662516,65	0,02
	Polvorín	698131,59	9664022,22	0,11
	Portal de la mina	697574,19	9662456,56	0,06
	Área de estacionamiento del portal de la mina	697561,49	9662510,96	0,77

Infraestructura / Facilidades	Nombre	Coordenadas Centroides WGS84 Zona 17 Sur		Área (ha)
		Este (m)	Norte (m)	
	Escombrera de material inadecuado	697847,14	9663956,70	0,54
	Sedimentador	697865,83	9663403,89	0,01
	Separador de agua y aceite	697555,14	9662752,28	0,01
	Separador de agua y aceite	697570,00	9662733,09	0,01
	Taller de mantenimiento	697570,36	9662781,30	0,13
	Comedor	697450,23	9662671,16	0,07
Talud	Acceso a área de vestidores	697538,70	9662610,07	0,02
	Acceso a chimenea de ventilación	698253,84	9662914,03	0,24
	Acceso a chimenea de ventilación	698064,01	9663531,42	0,06
	Acceso a oficinas	697494,19	9662612,81	0,003
	Acceso a planta de procesamiento de mineral	697744,16	9663177,05	0,17
	Acceso a planta de relleno en pasta	698045,89	9663394,67	0,08
	Acceso a polvorín	698023,51	9663665,74	0,11
	Acceso a portal de la mina y área de trituración	697573,35	9662672,01	0,54
	Acceso a relavera	697898,86	9663230,77	0,02
	Acceso a escombrera de material inadecuado	697845,71	9663727,49	0,02
	Acceso principal	697633,40	9662852,50	0,36
	Acceso y garita principal	697420,85	9662584,74	0,04
	Área de vestidores	697585,99	9662594,50	0,03
	Área de almacenamiento temporal de residuos	697837,21	9663873,19	0,04
	Oficinas	697446,00	9662659,56	0,01
	Pila de almacenamiento de estéril	697703,53	9662560,57	0,53
	Pila de almacenamiento de mineral	697637,20	9662736,78	0,63
	Piscina de manejo de agua – escombrera de material inadecuado	697944,93	9663918,81	0,1
	Piscina de manejo de aguas de contacto - mina	697752,82	9662461,47	0,75
	Piscina de manejo de aguas de contacto - planta de procesamiento de mineral	697894,49	9663453,59	0,35
	Planta de procesamiento de mineral	697630,94	9663150,52	0,91
	Planta de relleno en pasta	698132,56	9663387,65	0,1
	Polvorín	698121,43	9664023,73	0,05
	Escombrera de material inadecuado	697861,19	9663949,75	0,46
	Zona de almacenamiento de suelos	698205,74	9663801,00	0,69
Área Adicional	Área adicional constructiva	697881,76	9663173,15	14,49

Fuente: DPMECUADOR SA, 2022

Tabla 7-5 Datos Generales de la Infraestructura Lineal del Proyecto Loma Larga

Infraestructura / Facilidades	Nombre	Coordenadas Inicio / Fin WGS84 Zona 17 Sur				Área (ha)
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)	
Instalaciones	Tubería (Punto de captación)	697566,10	9662596,44	698218,00	9658510,00	9,48
	Tubería (Punto de descarga)	697862,60	9663463,04	697896,46	9660116,17	
	Tubería (Piscina escombrera de material inadecuado)	697955,56	9663916,83	697932,68	9663490,40	
	Tubería (Captación campamento Pinos)	698025,87	9658736,00	697727,58	9658479,60	
	Tubería (descarga campamento Pinos) *Área dentro del campamento Pinos	697492,88	9658673,38	697498,88	9658687,22	
	Canal de desviación noreste	698133,49	9663128,23	697968,49	9663303,26	1,74
	Canal de desviación sur	698096,27	9662516,62	697888,77	9662486,62	
	Canal de desviación sureste	698227,43	9662663,40	698187,48	9662448,15	
	Canal de desviación suroeste	697668,98	9662674,65	697818,90	9662520,03	
	Canal de desviación oeste	697659,17	9662799,56	697968,49	9663303,26	
Vías Internas	Acceso a planta de relleno en pasta	697965,47	9663329,31	698099,48	9663430,13	0,11
	Acceso a portal de la mina y área de trituración	697602,18	9662455,05	697537,68	9662876,91	0,62
	Acceso a planta de procesamiento de mineral	697836,99	9663216,85	697766,38	9663294,38	0,08
	Acceso a planta de procesamiento de mineral	697760,61	9663154,72	697687,64	9663219,25	0,06
	Acceso a planta de procesamiento de mineral	697715,06	9663102,45	697590,53	9663153,69	0,08
	Acceso a planta de procesamiento de mineral	697660,27	9662967,13	697584,97	9663019,09	0,06
	Acceso a planta de procesamiento de mineral	697892,12	9663269,25	697868,42	9663294,62	0,02
	Acceso principal	697383,91	9662552,79	697969,81	9663359,38	1,07
	Acceso a oficinas	697511,31	9662602,66	697482,47	9662615,74	0,03
	Acceso a área de vestidores	697517,99	9662599,03	697578,29	9662650,70	0,09
	Acceso a relavera	697897,06	9663263,03	697889,05	9663191,82	0,05
	Acceso a chimenea de ventilación	698013,21	9663349,55	698366,03	9662747,36	0,22
	Acceso a chimenea de ventilación	698106,23	9663671,10	698106,23	9663671,10	0,1
	Acceso a polvorín	697969,81	9663359,38	698144,02	9664004,72	0,36
	Acceso a escombrera de material inadecuado	697915,54	9663556,43	697800,55	9663930,89	0,16

Fuente: DPMECUADOR SA, 2022

Tabla 7-6 Instalaciones Existente

Infraestructura / Facilidades	Nombre	Coordenadas Centroides WGS84 Zona 17 Sur		Área (ha)
		Este (m)	Norte (m)	
Instalaciones existentes como parte de la fase de exploración avanzada	Campamento Pinos	697214,74	9658433,45	11,43
	Estación Experimental Agroecológica y Forestal "Las Quinoas"	696697	9658436	9,03
	Estación meteorológica Quimsacocha 1	698172	9663417	N/A
	Estación limnigráfica D1 Bombas	698435	9663552	N/A
	Estación limnigráfica D1	698852	9663505	N/A
	Estación limnigráfica D2	698855	9663551	N/A
	Estación limnigráfica Quinahuayco	698967	9663271	N/A
	Estación limnigráfica MA2	699918	9662544	N/A
	Estación limnigráfica Calloancay	698995	9660992	N/A
	Estación limnigráfica MA4	699687	9660574	N/A
	Estación limnigráfica Cristal	698029	9658736	N/A
	Estación limnigráfica Jordanita	698225	9658478	N/A

Fuente: DPMECUADOR SA, 2022

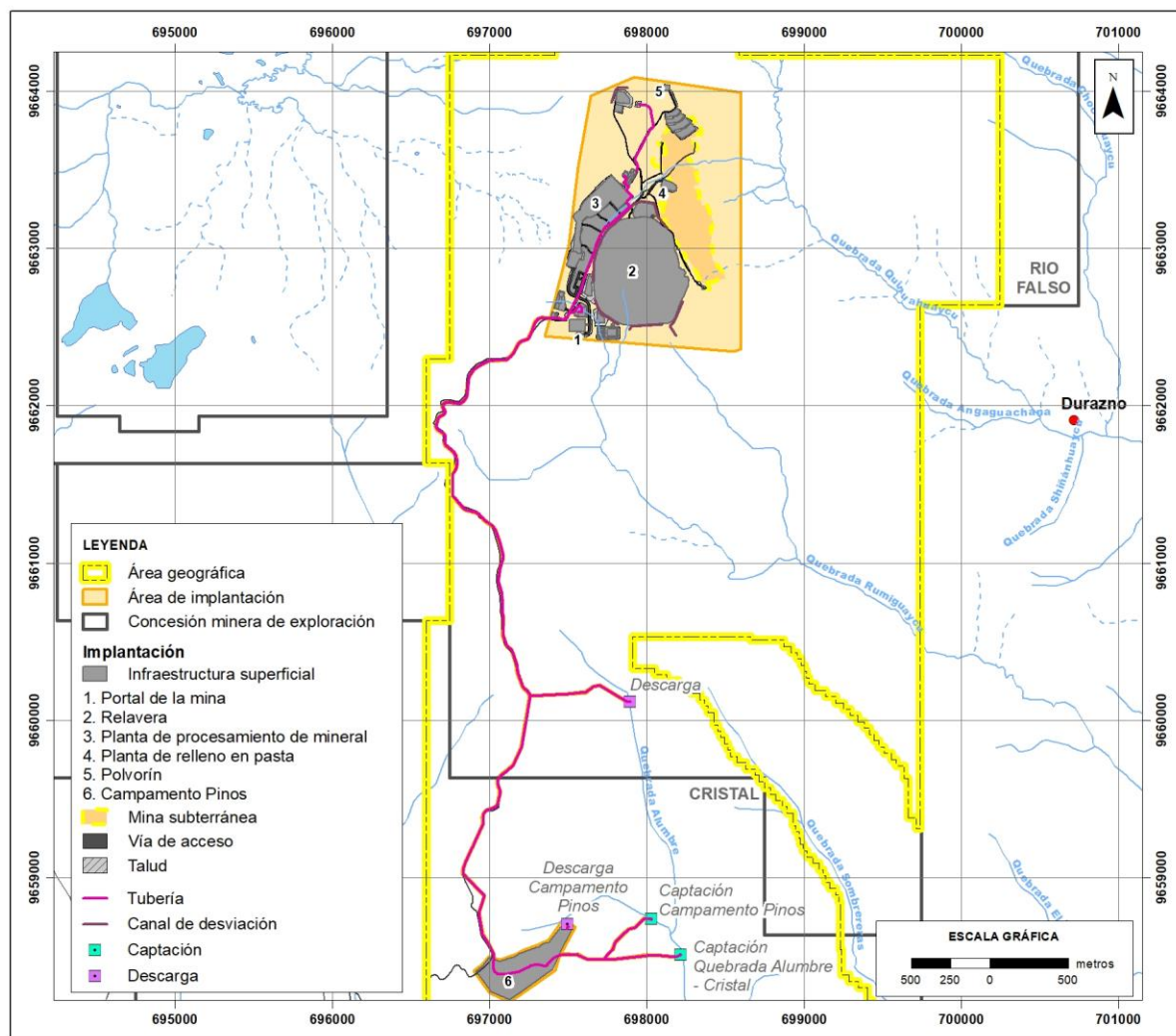


Figura 7-5 Implantación General del PLL

Fuente: DPMECUADOR, 2022
Elaboración: Entrix, 2022

Página en blanco

7.2.1 Mina Subterránea

La profundidad del yacimiento desde la superficie (aproximadamente 120 m) y su geometría y configuración plana y alargada, como se señaló anteriormente, es ideal para la explotación mecanizada subterránea convencional, con una implantación de mina simple y directa; adicionalmente, debido a esta configuración, la mina tendrá en parte un desarrollo lateral (Figura 7-6).

El diseño de la mina tiene como objetivo extraer mineral desde un punto central del yacimiento y minar o explotar en ambas direcciones hacia los bordes exteriores del yacimiento. Solamente se han establecido tres niveles de explotación principales y prácticamente no existe el desarrollo de rampas, aparte de la rampa inclinada de acceso inicial o principal, que entra en un punto central, y las entradas a los tres niveles principales, desde los cuales se accederá a los diversos rebajes (Figura 7-7).

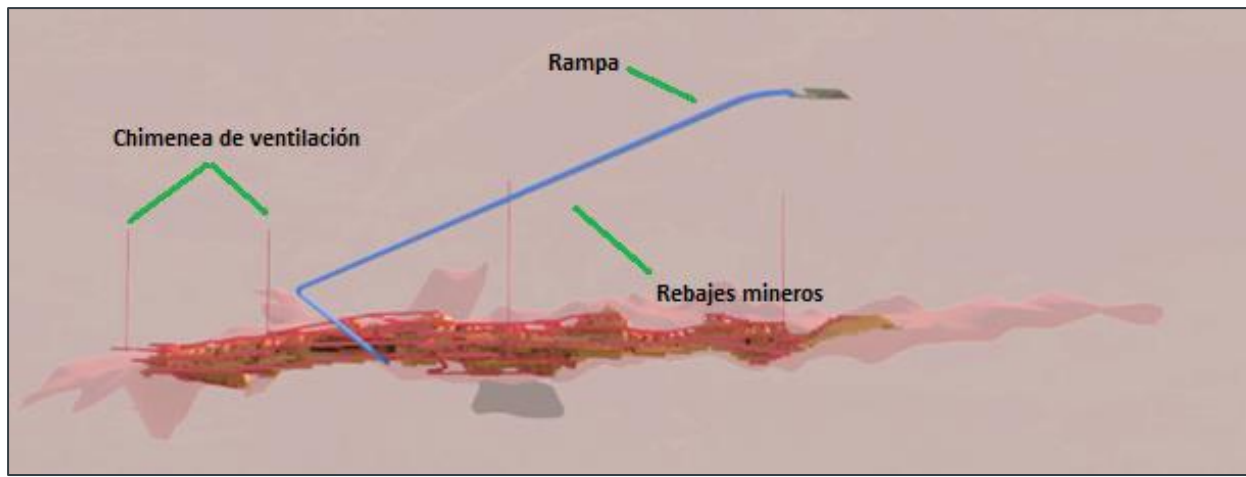


Figura 7-6 Representación 3D de la Mina en el Yacimiento

Fuente y elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

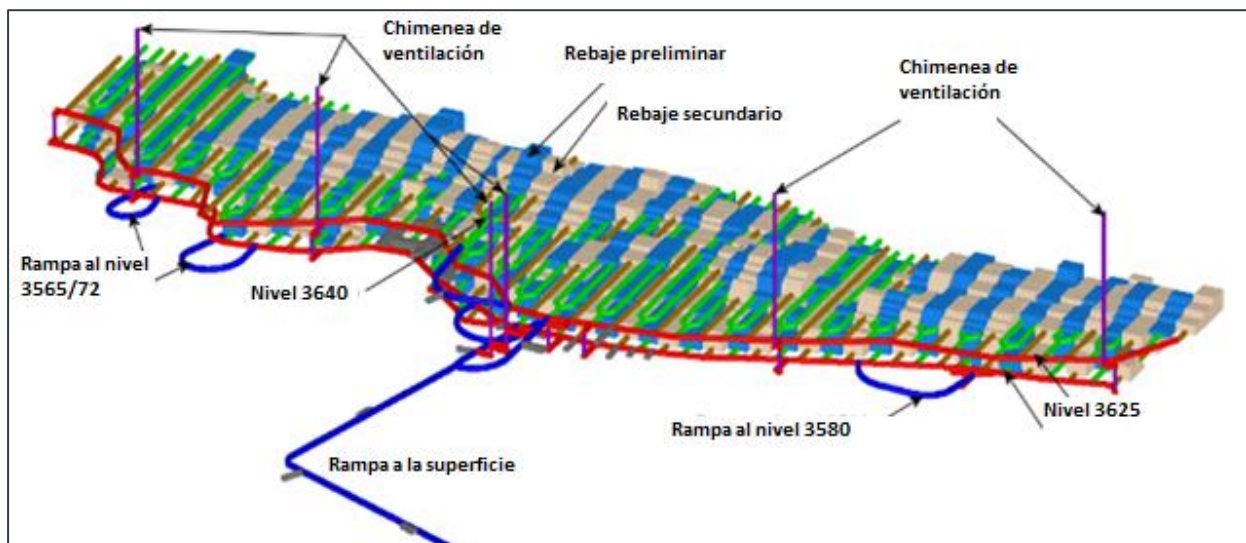


Figura 7-7 Representación 3D de la Distribución de la Mina

Fuente y elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Nominalmente, se establece una tasa de producción de la mina en 3000 t/d de mineral durante los primeros cuatro años y 3400 t/d desde el quinto año hasta el final de la vida útil de la mina.

7.2.1.1 Descripción de la Rampa

Se construirá la rampa con una pendiente máxima del 15 %, típica de las minas subterráneas, para el ingreso y salida de camiones subterráneos de 40 t durante el desarrollo, y camiones de hasta 60 t durante la producción; además, se construirán conductos de ventilación rígidos de 1,5 m, tal como se muestra en Figura 7-8. La configuración técnica de la rampa será la misma para todos los niveles.

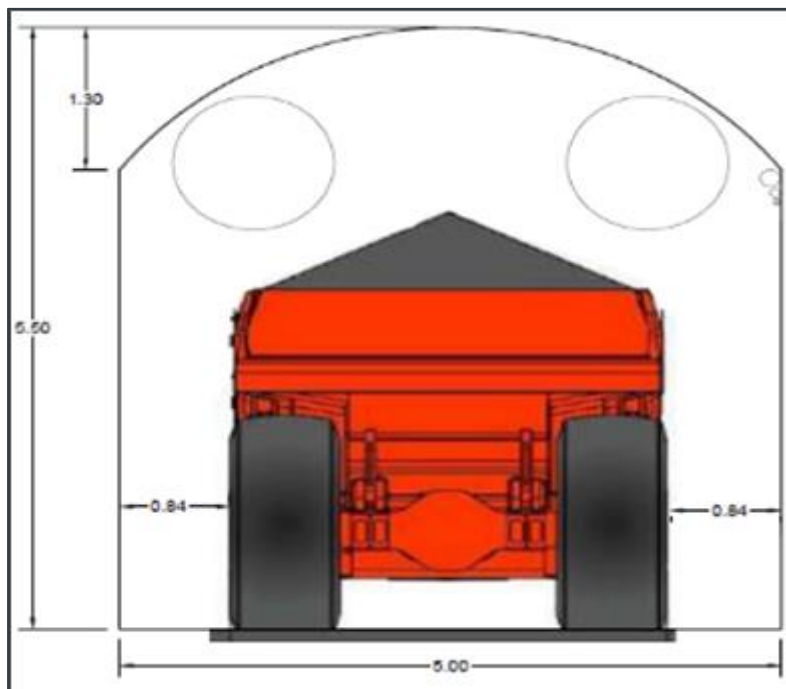


Figura 7-8 Dimensiones de la Sección Transversal de la Rampa del PLL

Fuente y elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

La rampa principal tendrá aproximadamente 1200 m de largo e incluirá alrededor de 1820 m equivalentes de desarrollo, con un desarrollo adicional de 1150 m de rampa que se completará para acceder a otros niveles.

La rampa principal desde la superficie tendrá bahías para almacenamiento temporal de desechos cada 200 m, sumideros cada 400 m y refugios cada 500 m. También se excavarán las bahías temporales de equipo cada 400 m de la rampa.

Se instalará el soporte de tierra y el cribado de resina de 2,1 m de largo utilizando un apernador completamente mecanizado y, si es necesario, se aplicará hormigón proyectado de fibra en la parte superior del cribado. Se completará la extracción de la galería con equipos LHD de 17 t hasta la bahía temporal de desechos, donde la roca se cargará en camiones de 40 t, y se transportará a la superficie.



Figura 7-9 Rampa de Transporte y Camiones Típicos

Fuente: Sandvik Mining and Rock Technology, 2020

7.2.1.2 Descripción del Portal

El área del portal es la entrada a la mina subterránea (Tabla 7-7, Figura 7-10), es así que todos los materiales y el personal se trasladarán por el área del portal hacia la mina. Por lo tanto, se controlará el acceso a la mina y al área del portal para garantizar un acceso seguro a la mina subterránea. En el área del portal se encuentran las siguientes instalaciones: bodega de almacenamiento de materiales y consumibles, tanque de almacenamiento de combustible, planta de concreto y los grupos electrógenos cuyas descripciones se encuentran en la sección 7.2.2.

Tabla 7-7 Datos Generales del Portal de Mina

Infraestructura/Instalaciones	Área (ha)	Coordenadas WGS84 Zona 17 Sur	
		Este (m)	Norte (m)
Portal de la mina	0,06	697574,19	9662456,56
Área de estacionamiento del portal de la mina	0,77	697561,49	9662510,96

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020
Elaboración: Entrix, 2022

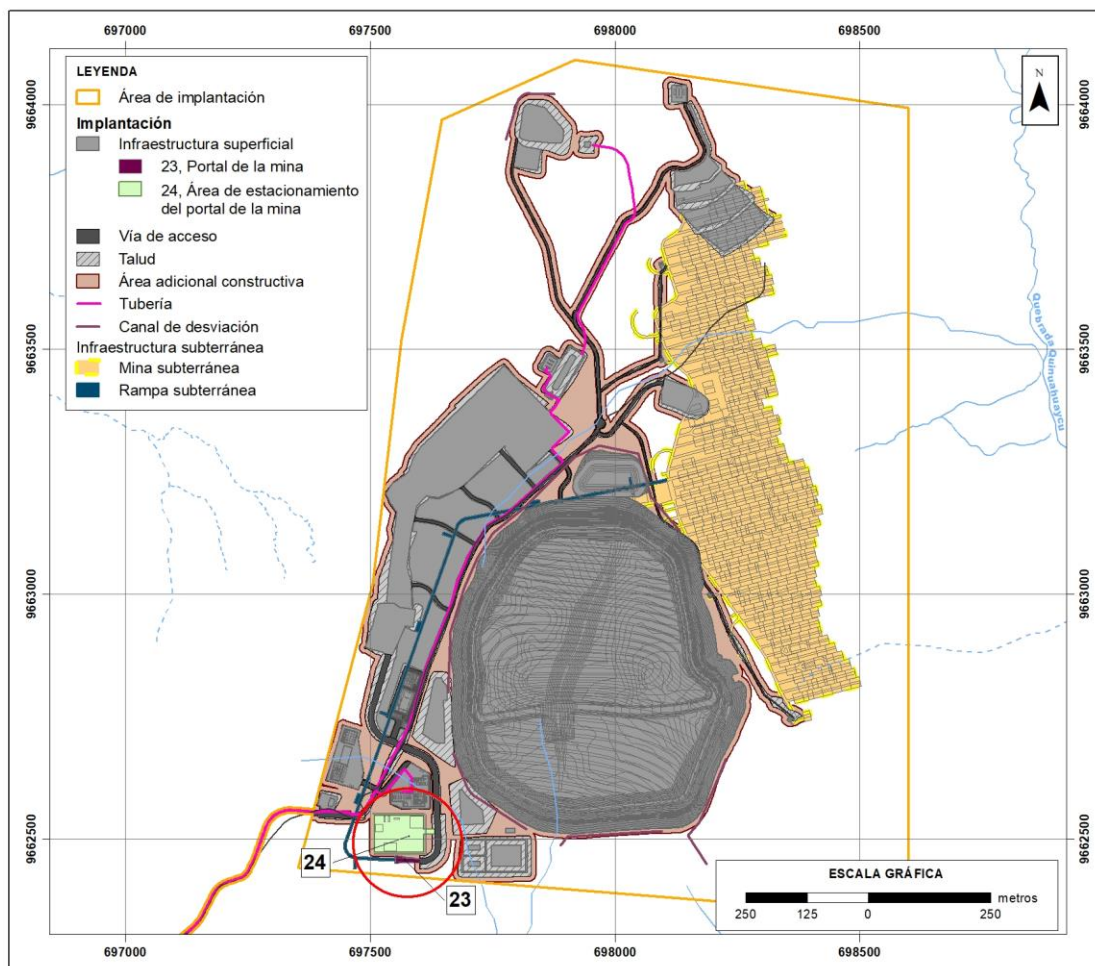


Figura 7-10 Ubicación del Portal de la Mina

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Elaboración: Entrix, 2022 (ver Anexo B. Cartografía; mapa 7.1-1. Mapa de Implantación).

La distribución del portal durante la etapa de construcción se muestra en la Figura 7-11 permitiendo distancias de viaje mucho más cortas y optimización del tiempo del ciclo de relleno.

Se propone excavar el mineral utilizando un enfoque de desarrollo estándar en todo el ancho de la zona de mineral y luego abriendo una galería paralela posterior, debido a lo que se requiere el relleno inmediato de la rebanada abierta antes de extraer el mineral adyacente. El hormigón proyectado es una combinación de desechos de desarrollo y material de cantera al que se le agrega un 5% de aglomerante, se agrega la solución y luego se transporta al área de extracción. El relleno será vertido al final del mineral.

La precipitación y la escorrentía del área del portal se captarán y dirigirán hacia las piscinas de manejo de aguas de contacto del área de la mina que se describen en la sección 7.2.1.4 Sistema para Drenaje de Agua Subterránea, desde donde será bombeada hacia la planta de tratamiento de aguas en el sector de la planta de procesos para su tratamiento o uso en el proceso.



Figura 7-11 Diagrama 3D del Área del Portal de la Mina

Fuente y elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

7.2.1.3 Método de Explotación de Mineral

El método principal de explotación será por perforaciones largas transversales, que se alinearán perpendicularmente al rumbo del yacimiento, seguido por el relleno de pasta (Figura 7-12); también, se usará el método de galería y relleno cuando el mineral sea más angosto que un rebaje completo o si los rebajes son relativamente cortos en altura. De esta forma, se utilizará un método similar al de corte y relleno.

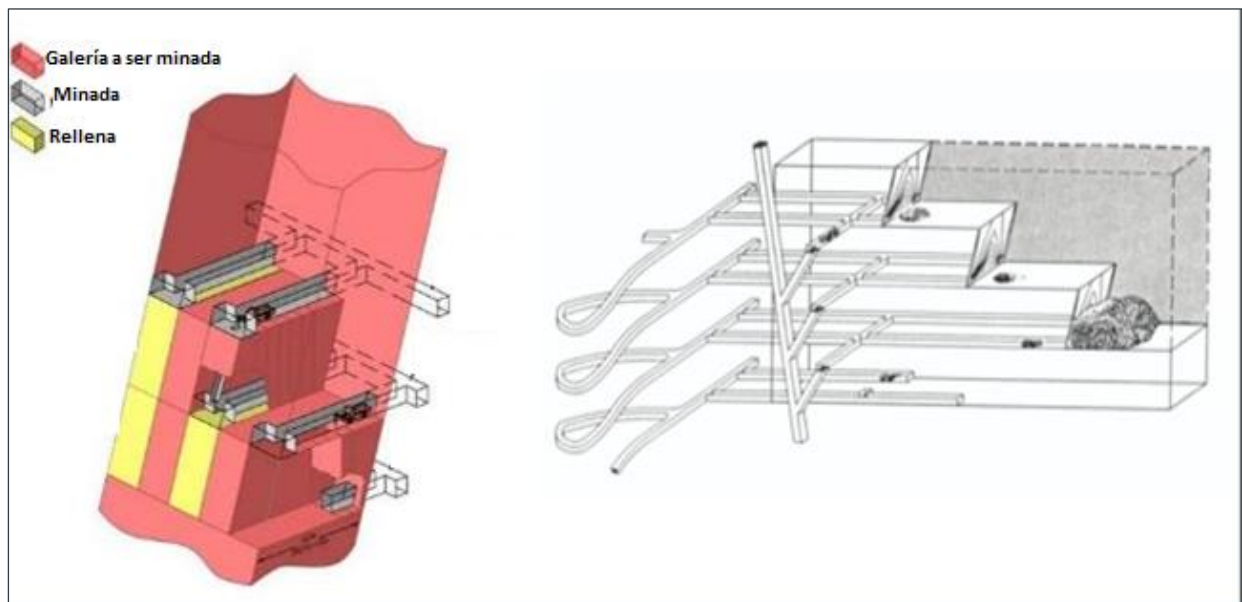


Figura 7-12 Descripción General de las Perforaciones Largas Transversales

Fuente y elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Para el método de perforaciones largas transversales, se explotarán los rebajes en una secuencia primaria-secundaria, con rebajes primarios de 20 m de ancho x 25 m de alto x 20 m de profundidad, los rebajes secundarios también serán de 20 m de ancho x 25 m de alto x 20 m de profundidad (Figura 7-13).

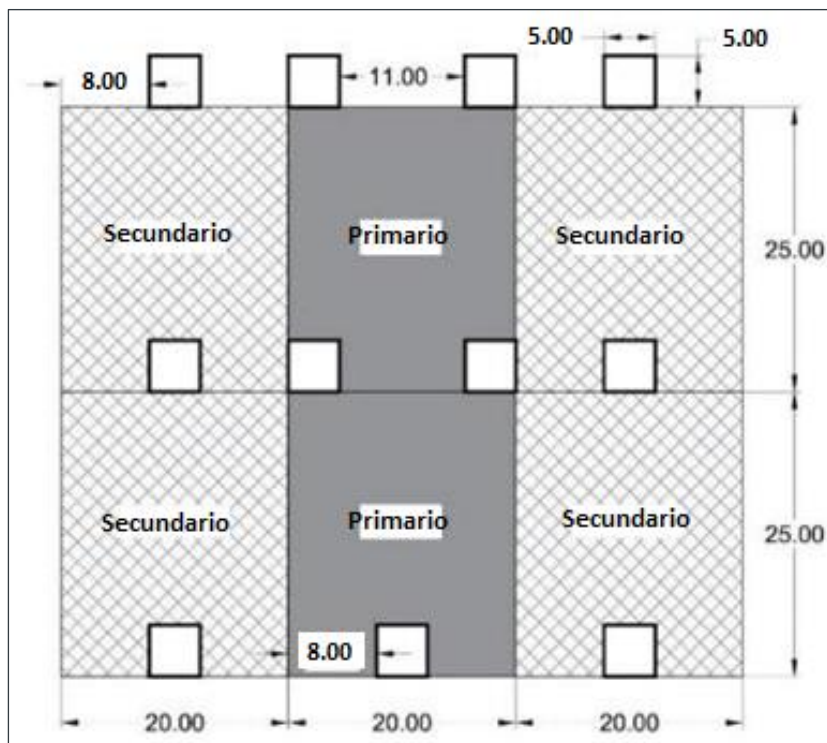


Figura 7-13 Dimensiones de los Rebajes

Fuente y elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

La explotación de tipo galería y relleno se realizará en cada rebaje mediante el uso de equipos de desarrollo lateral. Para el funcionamiento de éstos, se bombeará el relleno fluido de relaves cementados (también conocido como relleno de arena hidráulico) mediante una tubería instalada en la galería determinada para el llenado. La operación se realiza partiendo del extremo más alejado de la galería y retirando la tubería a medida que se vaya colocando el relleno (Figura 7-14). Una vez finalizada la operación de relleno y éste se encuentre consolidado, se iniciará la excavación de la galería superior. En total se excavarán 13.400 m con el método de galería y relleno en el PLL.

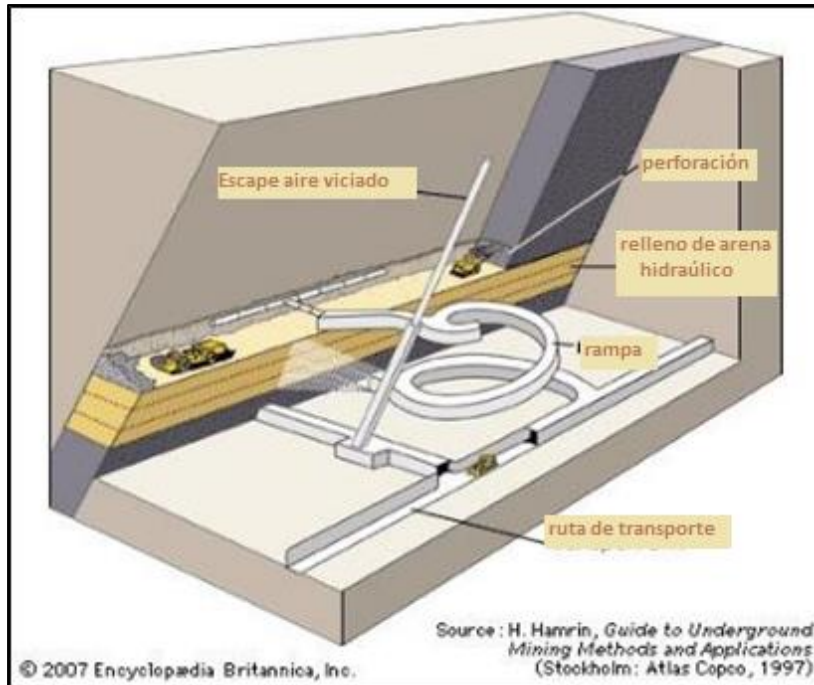


Figura 7-14 Método de Explotación de Galería y Relleno

Fuente: H. Hamrin, 1997
Elaboración: Britannica.com

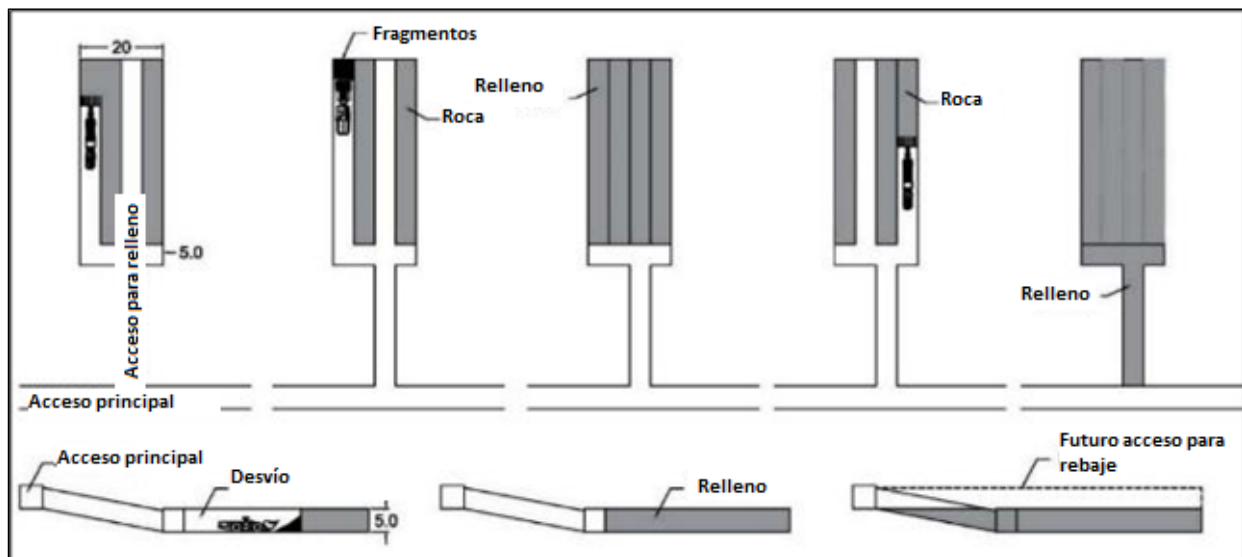


Figura 7-15 Dimensiones y Secuencias Específicas del Rebaje del PLL

Fuente y elaboración: Britannica.com

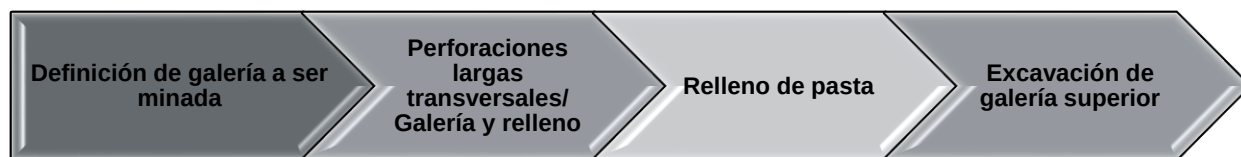


Figura 7-16 Diagrama de Flujo Básico de la Explotación de Mineral

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020
Elaboración: Entrix, 2022

7.2.1.3.1 Justificación Técnica

La distribución y los métodos de minería dependen de la ubicación del yacimiento, de ahí que, en función del yacimiento del PLL, se ha seleccionado métodos de explotación relativamente simples, que permiten aplicar rutinas operativas estándar, las cuales son muy flexibles.

Se busca que, al combinar estos métodos con buenas condiciones de terreno en un alto porcentaje del yacimiento, se logre una operación segura y altamente productiva.

7.2.1.4 Sistema para Drenaje de Agua Subterránea

El desagüe o drenaje del agua que pueda estar contenida dentro de la mina es fundamental para garantizar un entorno de trabajo seguro y seco; para el caso de la mina del PLL, el sistema de drenaje se ha diseñado considerando una mina relativamente seca con un bajo requerimiento de desagüe, en vista de que esta se encuentra a gran altura en una cadena montañosa, lo que limita el potencial de las fuentes de entrada de agua. Itasca, consultor hidrogeólogo, ha realizado una simulación de la entrada de agua subterránea durante la vida útil de la mina. El estudio indica que durante la excavación de la rampa el aporte de agua será de 7,5 l/s. A medida que el Proyecto alcanza la producción total, se anticipa un flujo máximo de entrada de agua de 13,8 l/s debido a la presencia de las dos chimeneas de ventilación principales y los rebajes abiertos. (Reporte Técnico NI-4101 Estudio de Factibilidad Loma Larga; por DRA Americas INC., 2019, sección 16.11.5).

Se instalará un sistema de desagüe de mina con suficiente capacidad para desaguar el 110% del valor máximo simulado (15,2 l/s) durante todo su ciclo de vida. Existe un sistema de contingencia en todos los equipos de desagüe críticos con el objetivo de garantizar que no se produzca un aumento del nivel del agua en la mina.

Durante la fase de desarrollo de la rampa, se excavará un sumidero cada 400 m para recoger las aguas subterráneas que descienden por la rampa. Además, una bomba frontal recogerá el agua de perforación para transportarla al sumidero más cercano.

En estos sumideros se sedimentan las partículas sólidas más grandes, mientras que las aguas residuales se bombearán de un sumidero al otro de nivel superior hasta llegar a la piscina de sedimentación de superficie usando una serie de bombas sumergibles instaladas a lo largo de una línea de descarga. El agua en la piscina de sedimentación será tratada y una parte del agua utilizada para la explotación subterránea.

En la parte inferior de la rampa, se excavará el sumidero principal dónde se instalará el sistema de drenaje principal. Este sistema está diseñado para separar los sólidos del agua. De este sistema se obtendrán agua clara y un lodo con contenido de sólidos. El agua clara resultante se utilizará para las operaciones de perforación subterránea, el excedente será bombeado a las piscinas de manejo de aguas de contacto del área de mina ubicadas cerca del portal (Tabla 7-8, Figura 7-17), mediante una bomba centrífuga a través de una línea de descarga instalada en la rampa, junto con el lodo utilizando un mezclador y bombas de lodo.

Estas piscinas de manejo de agua de contacto serán revestidas con geomembrana de polietileno, y estarán equipadas con un arreglo de bombas para conducir el agua de contacto hacia la piscina de la planta de tratamiento de aguas.

Tabla 7-8 Datos Generales de la Piscina de Manejo de Aguas de Contacto del Área de la Mina

Infraestructura/Instalaciones	Área (ha)	Coordenadas WGS84 Zona 17 Sur	
		Este (m)	Norte (m)
Piscina de manejo de aguas de contacto-área de mina	0,31	697767,97	9662465,32

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020
Elaboración: Entrix, 2022

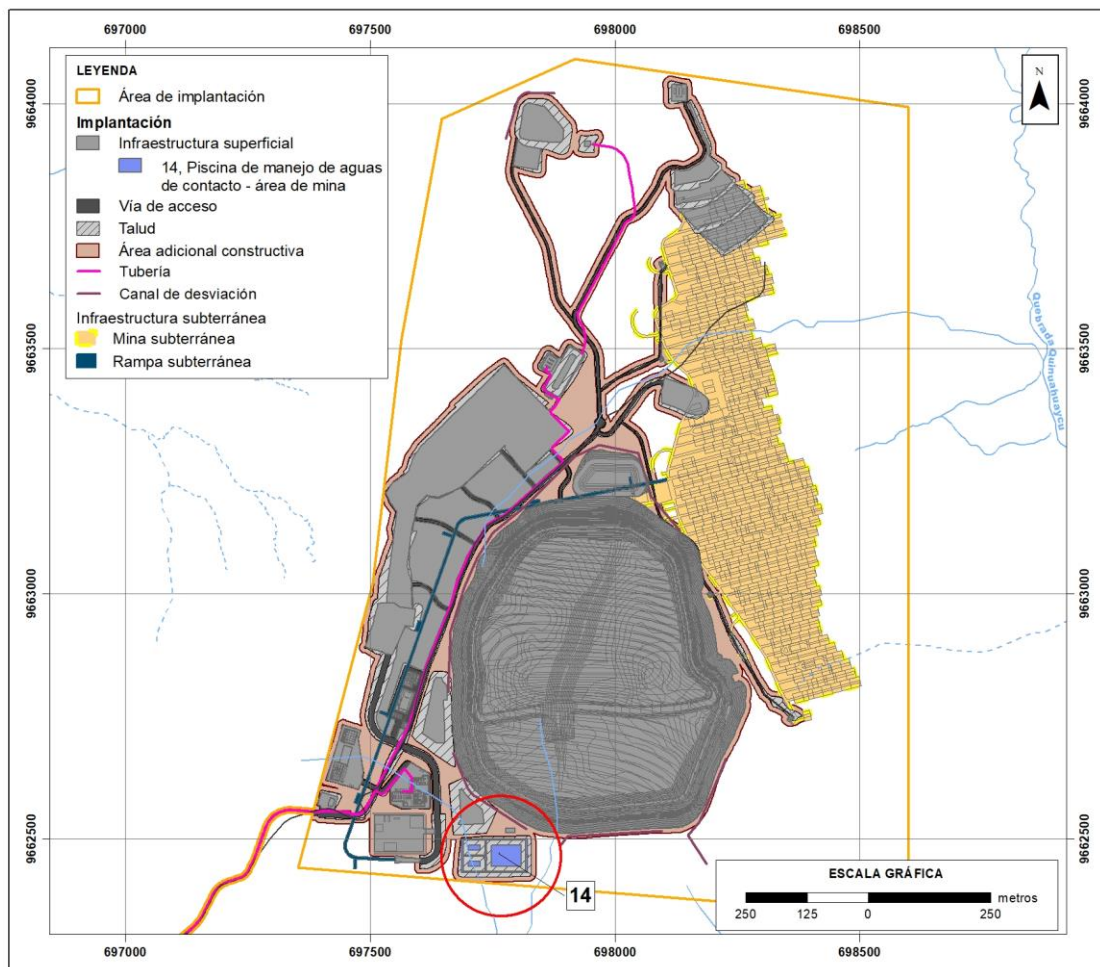


Figura 7-17 Ubicación de la Piscina de Manejo de Aguas de Contacto - Área de Mina

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020
Elaboración: Entrix, 2022 (ver Anexo B. Cartografía; mapa 7.1-1. Mapa de Implantación).

Se puede utilizar el agua clarificada para la supresión de polvo de mina o en la planta de procesamiento de mineral. Se tratará cualquier exceso de agua antes de la descarga.

El agua tratada será recirculada al proceso según las necesidades de la operación. La planta de proceso requiere agua, tanto para los procesos centrales como para la supresión de polvo. En lugar de consumir

agua fresca, el agua subterránea de la extracción de agua de la mina será tratada y reutilizada en los diferentes procesos de la mina antes citados. El excedente de agua tratada (agua de efluente) será descargada al ambiente. (Reporte Técnico NI-43101 Estudio de Factibilidad Loma Larga; por DRA Americas INC., 2019, sección 18.8).

7.2.1.5 Sistema de Ventilación

El sistema de ventilación de la mina ha sido diseñado para manejar todos los flujos de aire requeridos de la mina subterránea desde la superficie (Figura 7-18), incluida la flota subterránea de la mina a diésel, el personal, los requisitos de enfriamiento y la eliminación de gases después de las voladuras. Los ventiladores de la mina están ubicados bajo tierra, en las chimeneas de ventilación, para reducir la generación de ruido en la superficie y, por ende, la afectación a los receptores sensibles (Figura 7-19), ya que el ruido que emiten los ventiladores hacia el interior de la mina puede llegar a generar hasta 105 dB, mientras que hacia la superficie de solamente 60 dB . Los ventiladores que serán instalados son de tipo Axial, 150 m³ /s @ 1040 Pa. y/o ventiladores que cumplan con estas características.

En la superficie se instalará una malla de protección alrededor de cada salida de chimenea, de acuerdo con los estándares para protección de la vida silvestre de la CFIA (Canadian Fencing Industry Association).

En la Figura 7-18 y Figura 7-19, se presentan las seis chimeneas, de las cuales, cuatro son de retorno de aire, y dos de ingreso de aire.

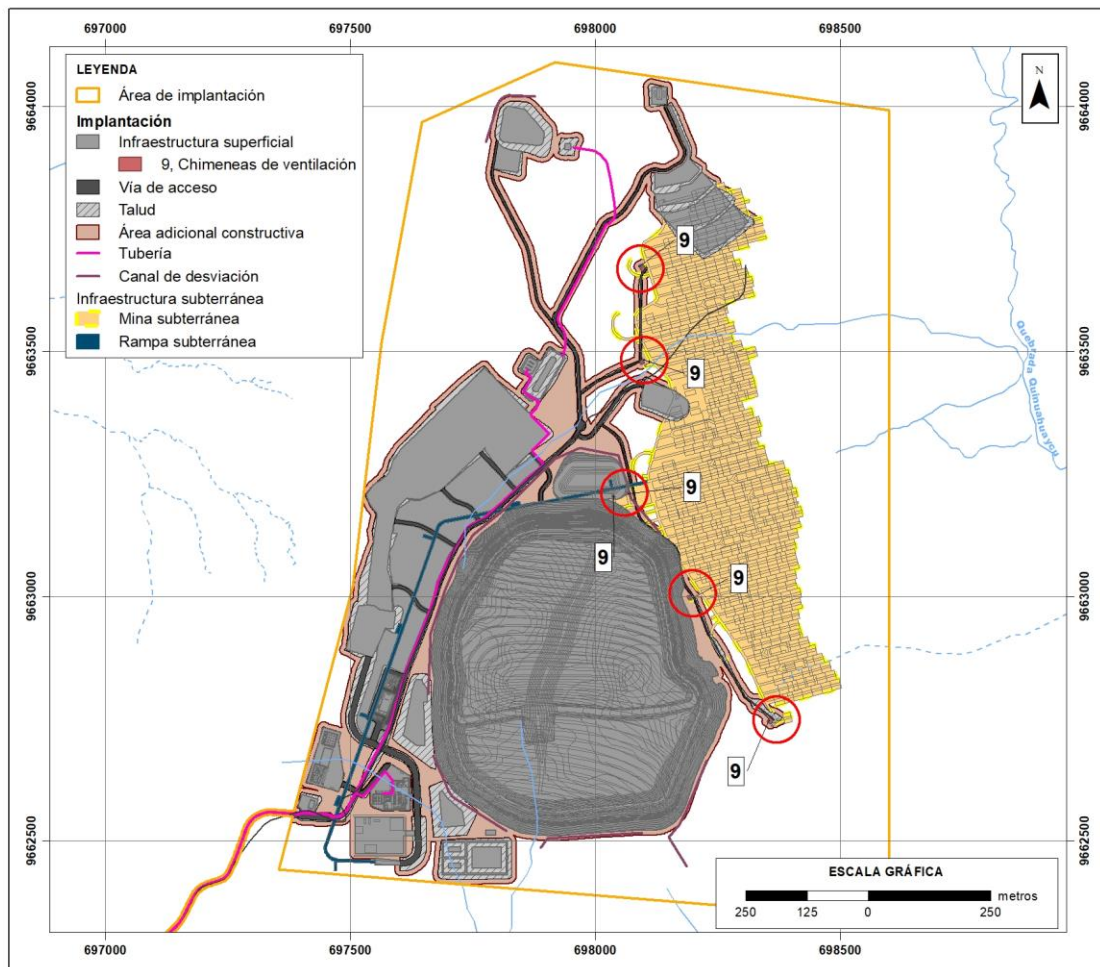


Figura 7-18 Ubicación de las Aperturas de las Chimeneas de Ventilación de la Mina, desde la Superficie

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Elaboración: Entrix, 2022 (ver Anexo B. Cartografía; mapa 7.1-1. Mapa de Implantación).

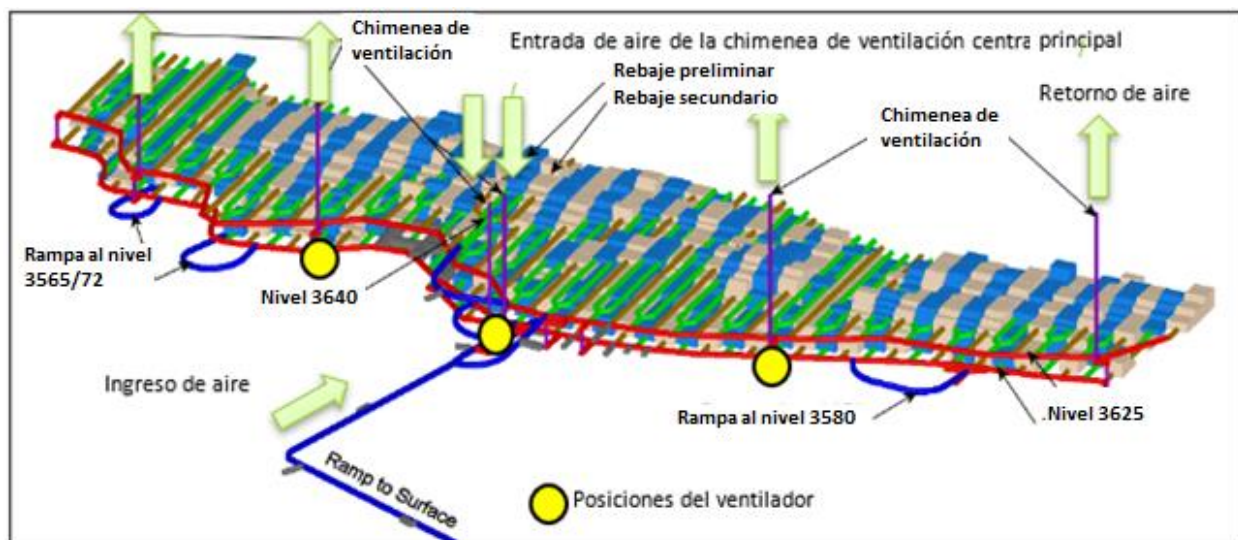


Figura 7-19 Chimenea de Ventilación y Diseño de Ventiladores del PLL

Fuente y elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Las chimeneas de ventilación (Tabla 7-9) tienen un diámetro adecuado, lo que permite realizar operaciones de rescate desde cualquiera de las chimeneas de ventilación en caso de emergencias.

Tabla 7-9 Chimeneas de Ventilación

Infraestructura/Instalaciones	Área (ha)	Coordenadas WGS84 Zona 17 Sur	
		Este (m)	Norte (m)
Chimenea de ventilación (retorno de aire)	0,01	698357,81	9662745,54
Chimenea de ventilación (retorno de aire)	0,01	698095,81	9663479,33
Chimenea de ventilación (retorno de aire)	0,01	698096,58	9663671,04
Chimenea de ventilación (retorno de aire)	0,01	698193,96	9662998,20
Chimenea de ventilación (ingreso de aire)	0,002	698066,02	9663209,56
Chimenea de ventilación (ingreso de aire)	0,002	698037,88	9663203,85

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020
Elaboración: Entrix, 2022

El sistema de ventilación se ha diseñado con el fin de garantizar que todas las exposiciones a contaminantes en el aire subterráneo estén dentro de los límites de exposición ocupacional (OEL, por sus siglas en inglés), que se muestra en la Tabla 7-10.

Tabla 7-10 Resumen de OEL de Contaminantes en el Aire

Polvo de sílice cristalino	0,1 mg/m ³ media ponderada de tiempo (TWA, por sus siglas en inglés)
Fibras	2 f/ml media ponderada de tiempo (TWA)
PNOC	Inhalable 10 mg/m ³ y respirable 3 mg/m ³
Monóxido de carbono (CO)	30 ppm (TWA) y 100 ppm (OEL-Stel)
Dióxido de Carbono (CO ₂)	5000 ppm (TWA) y 30 000 ppm (OEL-Stel)
Óxido nítrico (NO)	25 ppm (TW) y 35 ppm (OEL-Stel)
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	3 ppm (TWA) y 5 ppm (OEL-Stel)
Dióxido de azufre (SO ₂)	2 ppm (TWA) y 5 ppm (OEL-Stel)
Materia de partículas de diésel-Total de carbono	160 µg/m ³
Materia de partículas de diésel-carbono elemental	123 µg/m ³
Gas inflamable	< 1,0 %
Radiación	< 20 m Sv/año (exposición personal)

Citado por: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Los requerimientos de ventilación en el sistema de ventilación completo en operación se detallan en la Tabla 7-11.

Tabla 7-11 Requerimientos de ventilación, sistema de ventilación completo en operación

Infraestructura de Ventilación Principal	Número de ventiladores principales en funcionamiento	Cantidad por Ventilador	Volumen Circulado
Chimenea de ventilación al extremo sur (escape)	1	100 m ³ /s	100 m ³ /s
Chimenea de ventilación cerca al sur (escape)	1	50 m ³ /s	50 m ³ /s
Chimenea de ventilación al extremo norte (escape)	2	150 m ³ /s	300 m ³ /s
Chimenea de ventilación cerca al norte (escape)	1	50 m ³ /s	50 m ³ /s
Rampa principal (entrada)	-	-	180 m ³ /s
Chimenea de ventilación central (entrada)	-	-	300 m ³ /s
Chimenea de la vía de escape (entrada regulada)	-	-	20 m ³ /s
Total requerido			500m³/s

Fuente: DRA Americas INC., 2019
Elaboración: Entrix, marzo 2022

7.2.1.6 Sistema de Iluminación

Se utilizarán los elevadores de tijera para instalar servicios en los túneles, tales como los conductos de aire e iluminación, una vez que el techo sea seguro para una mayor voladura de producción y se garantice que la roca de los techos y paredes tengan una buena adhesión.

7.2.1.7 Secciones de Seguridad de la Mina

Las operaciones mineras subterráneas requieren infraestructura de apoyo para garantizar la seguridad del personal y ejecutar operaciones eficientes y controladas, en atención a que la seguridad del personal y la reducción de riesgos son lo más importante en el diseño de la mina, seguido de la preparación para emergencias, con el fin de evitar riesgos a la salud del personal.

Durante una emergencia, el personal se reúne en áreas designadas de refugio en toda la mina; estos refugios están situados cada 500 m a lo largo de los tramos de acceso principales, y máximo a 750 m de cualquier frente minero activo, y constituyen áreas sellables equipadas con suministro de aire fresco, primeros auxilios, instalaciones de letrinas, comunicaciones, alimentos, agua y suministros médicos. Los refugios, a menudo, funcionan como salas de descanso durante el funcionamiento normal (Figura 7-20).

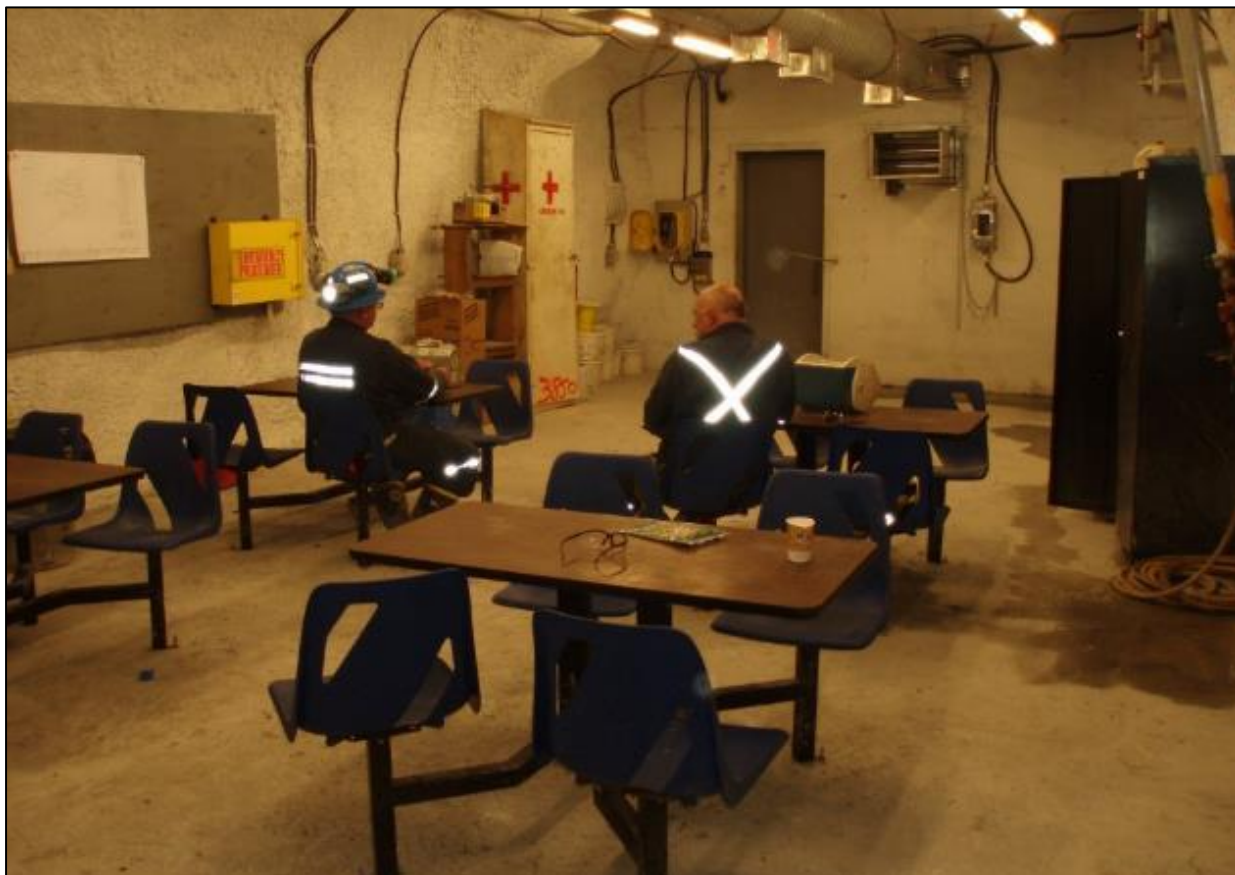


Figura 7-20 Vista de un Refugio Típico

Fuente y elaboración: BMGEEng.ca

7.2.1.8 Bahía de Mantenimiento de Equipos

La producción de mineral involucra equipos móviles, a los que se les dará mantenimiento o se repararán en caso de que ocurra una falla en lugares subterráneos, denominados bahías de mantenimiento o talleres, que deben ubicarse en zonas planas y afirmadas. Un taller de mina subterránea generalmente consiste de una rampa de concreto, donde los vehículos se pueden revisar de manera segura y reemplazar las piezas (Figura 7-21); el taller a instalarse seguirá este modelo y también servirá como una bahía subterránea de reabastecimiento de combustible para vehículos que no son llevados a la superficie, como los LHD (por sus siglas en inglés, *Load-Haul-Dump*).

Como se trata de un taller subterráneo, no se requerirá la gestión del agua de lluvia (precipitaciones), pero sí se captará por separado toda la escorrentía del taller y del área de reabastecimiento de combustible en una trampa de aceite/agua y se retirará por separado para su tratamiento en el separador de aceite/agua. Todos los residuos se separarán en el taller y se transportarán a la superficie para su almacenamiento y disposición final, de acuerdo con el plan de manejo de desechos (peligrosos y no peligrosos) del Proyecto.



Figura 7-21 Vista de una Bahía de Servicio Subterránea Típica

Fuente y elaboración: Kinross Gold, 2019

7.2.1.9 Polvorín Subterráneo

Los explosivos requieren almacenamiento subterráneo en un área segura, con el fin de garantizar que cualquier encendido accidental cause mínimos daños.

Debido al riesgo asociado con los explosivos, solo una cantidad limitada se almacenará bajo tierra, y los explosivos restantes se eliminarán de la mina antes de cada voladura. Después de completar la voladura, los nuevos explosivos se transferirán a lugares subterráneos, evitando la interacción del personal cuando sea posible. Los explosivos y detonadores se mantienen por separado para, de esta forma, evitar el encendido accidental sin detonadores, los explosivos son seguros de manipular por personal capacitado; el diseño típico de una bahía subterránea de explosivos se presenta en la Figura 7-22.

Entre los explosivos a almacenarse están los siguientes: Emulsen 5000X, Anfo Aluminizado, Anfo normal. Se incluye detalle de los explosivos y detonadores en Anexo H.11 Información de Explosivos.

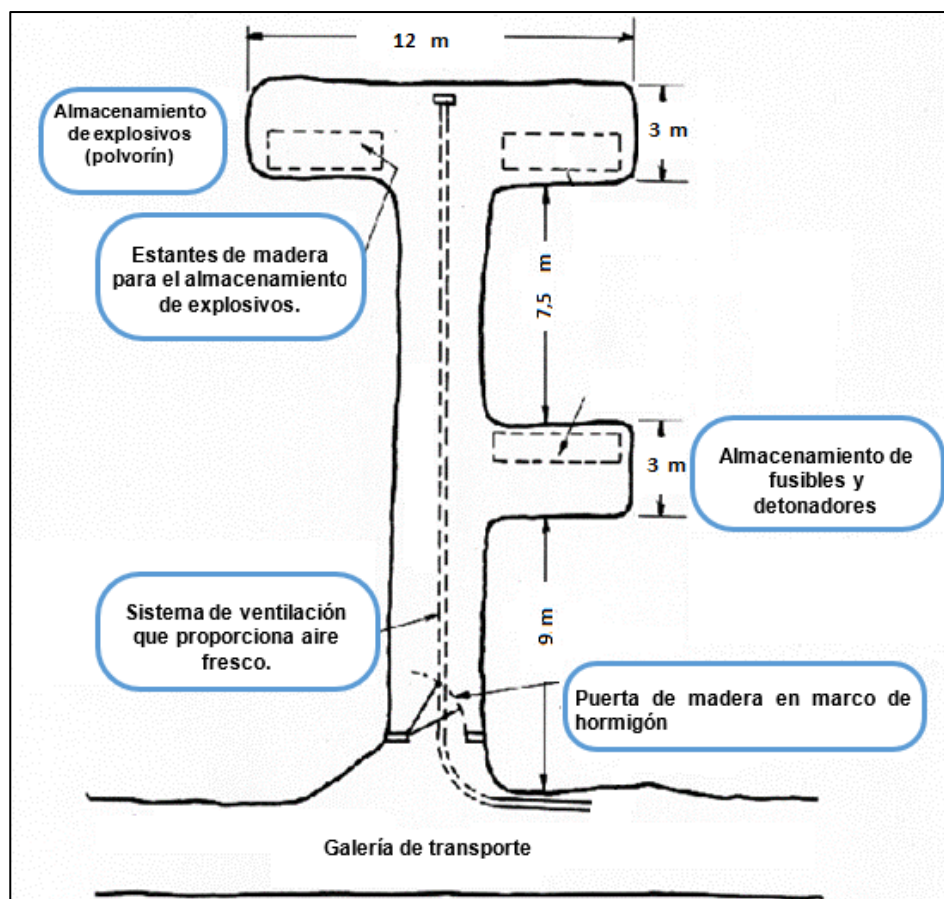


Figura 7-22 Diseño Típico de la Bahía de Explosivos

Fuente y elaboración: Colorado School of Mines, 2019

7.2.1.10 Control de Ruido

La operación será continua y para el control de ruido relacionado con esta instalación se aplicarán las siguientes estrategias:

- > Uso controlado de explosivos.
- > Construcción de bermas de control de ruido como parte del procedimiento operativo estándar.
- > Uso de vehículos de superficie (camiones), con una capacidad de 40 toneladas, dado que esta maquinaria garantiza una operación eficiente.

7.2.1.10.1 Bermas a la Entrada de la Mina

Para la parte inicial de la construcción, se edificarán bermas en el área donde se requerirá el uso de explosivos para desarrollar la rampa que conducirá a la entrada de la mina subterránea. Después de la instalación del sistema de drenaje para el control de sedimentos y antes del inicio del trabajo en las áreas de almacenamiento de rocas y minerales, la capa superficial del suelo será removida del área de trabajo. Esta capa superior del suelo se almacenará en la zona de almacenamiento de suelos.

Las bermas de control de ruido son estructuras, que se construirán de 5 m de altura y tendrán una sección transversal triangular. El diseño en planta y corte de las bermas se muestra en la Figura 7-23, y un ejemplo de una berma para el control del ruido se muestra en la Figura 7-24. Las bermas para el control del ruido se eliminarán una vez que el uso de explosivos esté bajo tierra y se reduzcan los niveles de ruido. El

material producto de la remoción de las bermas será dispuesto en la pila de almacenamiento estéril, o si al momento de la remoción se realizaran actividades de relleno (mantenimiento de vías etc.), se destinaría este material a estas actividades, según las necesidades operativas.

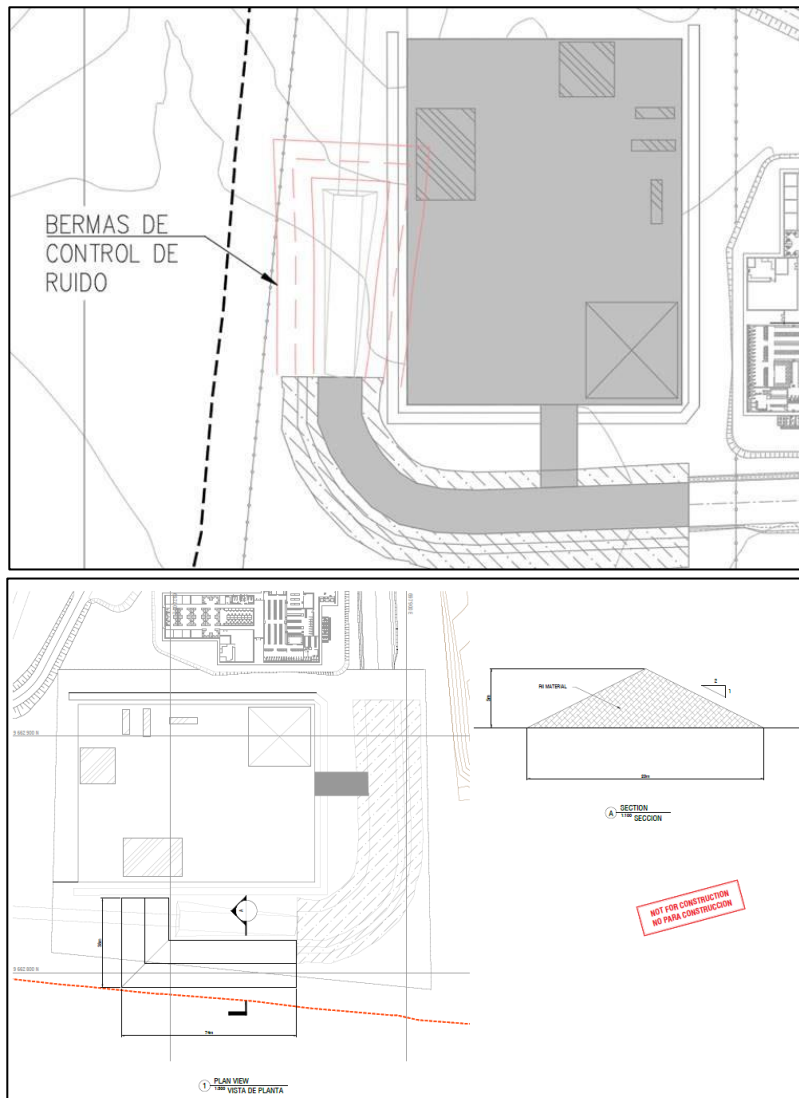


Figura 7-23 Diseño en planta y corte de Bermas de Control de Ruido

Fuente y elaboración: G-Mining, 2021



Figura 7-24 Ubicación de Bermas de Suelo para Control de Ruido

Fuente: Utah Department of Transportation

7.2.2 Instalaciones de Superficie

Alrededor del área del portal de la mina, se encuentran las siguientes instalaciones de soporte de minería que apoyan las operaciones de explotación y transporte de minerales.

Bodega de almacenamiento y consumibles: Los materiales y el equipo pueden almacenarse y consolidarse temporalmente en el área del portal antes de trasladarse para uso subterráneo. El edificio será construido con loza de concreto y cerrado en su totalidad para garantizar la integridad de los repuestos y consumibles allí almacenados.

Tanque de almacenamiento de combustible: Los equipos de transporte de mineral y roca estéril serán reabastecidos de combustible en el tanque de combustible localizado en el área del portal. El tanque será fabricado de acuerdo con la norma UL-142, de doble pared o con dique de contención. Un carrotanque de para uso subterráneo será utilizado para abastecer la flota de equipos móviles subterránea

Planta de Concreto: Una planta de hormigón dosificadora que suministrará concreto premezclado para su uso como hormigón proyectado (*shotcrete*) para revestimiento de techos y paredes de los túneles de la mina subterránea. El concreto producido en la planta se transportará bajo tierra de acuerdo a la mezcla requerida conforme a las necesidades de la operación. Para esto la planta contará con una estación que descargue a camiones mezcladores que se encargarán del transporte a los puntos de aplicación final.

Grupos electrógenos: Serán instalados para garantizar la energía de respaldo a las instalaciones subterráneas en caso de pérdida de fluido eléctrico permanente. El grupo de generadores alimentará principalmente el sistema de ventilación, el circuito de alumbrado, las áreas de refugio subterráneo y el sistema de comunicaciones.

7.2.2.1 Pila de Almacenamiento de Estéril

El Proyecto se ubica en la parte sur del terreno continental Chaucha, en la Cordillera Occidental. El terreno Chaucha está definido por los sistemas de fallas activas de dirección noreste, cuyos movimientos de fallas influyeron en la ubicación de las rocas magmáticas y actuaron como canales para los fluidos hidrotermales

mineralizantes. La propiedad Loma Larga está ubicada en el flanco de una caldera de cuatro kilómetros de ancho y está sustentada en gran parte por la Formación Quimsacocha que alberga el depósito Loma Larga. Esta formación consiste en alternancia de flujos de lava andesítica y tobas y brechas.

El yacimiento Loma Larga es un sistema epitermal de Oro-Cobre-Plata de alta sulfuración. La mineralización es litológica y estructuralmente controlada, alojada en el contacto entre flujo de lavas andesíticas y tobas. El depósito alcanza mayor espesor en las tobas más permeables. El depósito es un cuerpo plano en forma de cigarro que se extiende a buzamiento suave hacia el oeste, rumbo norte-sur, que tiene una longitud de rumbo de aproximadamente 1,600 m de norte a sur por 120 m a 400 m de este a oeste y hasta 60 m de espesor, comenzando aproximadamente 120 m bajo la superficie. En Loma Larga, como en la mayoría de los sistemas epitermales típicos de alta sulfuración, la alteración se caracteriza por inyecciones multifásicas de fluidos hidrotermales fuertemente controladas tanto por la estructura como por la estratigrafía. El halo de alteración se puede modelar alrededor de la mineralización y se compone de alteración argílica, que se gradúa de conjuntos minerales de mayor a menor temperatura, que incluyen pirofilita, alunita, dickita, caolinita, illita y esmectita.

El depósito se modela como una envolvente de baja ley definida con un umbral de 0,8 g/t Au y dos zonas de alta ley que contienen una ley superior a 2,0 g/t Au. La zona principal de alto grado es una zona aplanada en forma de cigarro. Tiene aproximadamente 1.150 m de largo y de 120 a 290 m de ancho, tiene un espesor promedio de 40 a 50 m y se encuentra a unos 120 a 125 m por debajo de la superficie. La Zona Superior de Alto Grado es un cuerpo tabular con tendencia norte-noreste de aproximadamente 125 m de largo por 55 m de ancho, con un promedio de 10 m de espesor. Se encuentra de 55 m a 60 m por debajo de la superficie y aproximadamente 60 m por encima de la Zona Principal. La zona principal de baja ley es una zona alargada con tendencia al norte que abarca la zona principal de alta ley y tiene casi 1600 m de largo y oscila entre 100 m y 400 m de ancho. Tiene un promedio de aproximadamente 50 a 60 m de espesor y se encuentra aproximadamente a 110 a 120 m por debajo de la superficie.

Si bien se ha diseñado la mina para producir una cantidad mínima de roca estéril, el propósito del depósito de roca estéril será almacenar material durante el desarrollo inicial del túnel y, según sea necesario, durante toda la vida útil de la mina; es así que cualquier roca estéril que deba almacenarse en la superficie se colocará en la pila o acopio de almacenamiento de estéril, establecida cerca del portal de la mina (Figura 7-25) con el fin de reducir distancias en el transporte de roca estéril desde la mina.

La pila estará asentada sobre un terreno que no afecta flujos naturales de agua, según el Informe de Comprobación Cartográfica del PLL, ya que en esta área no existen quebradas, de acuerdo a la tabla 2 del informe mencionado. (Anexo H.7 Comprobación Cartográfica del Área de Implantación del proyecto Loma larga).

La capacidad de la pila de almacenamiento será de 50 000 m³, la altura será de ≈10 m desde el nivel del suelo, los taludes serán contruidos a una razón de distancia horizontal: vertical de 2:1 y tendrá una vía de acceso de 8 m de ancho con una pendiente máxima de 9°, que facilitará el acceso y salida de camiones.

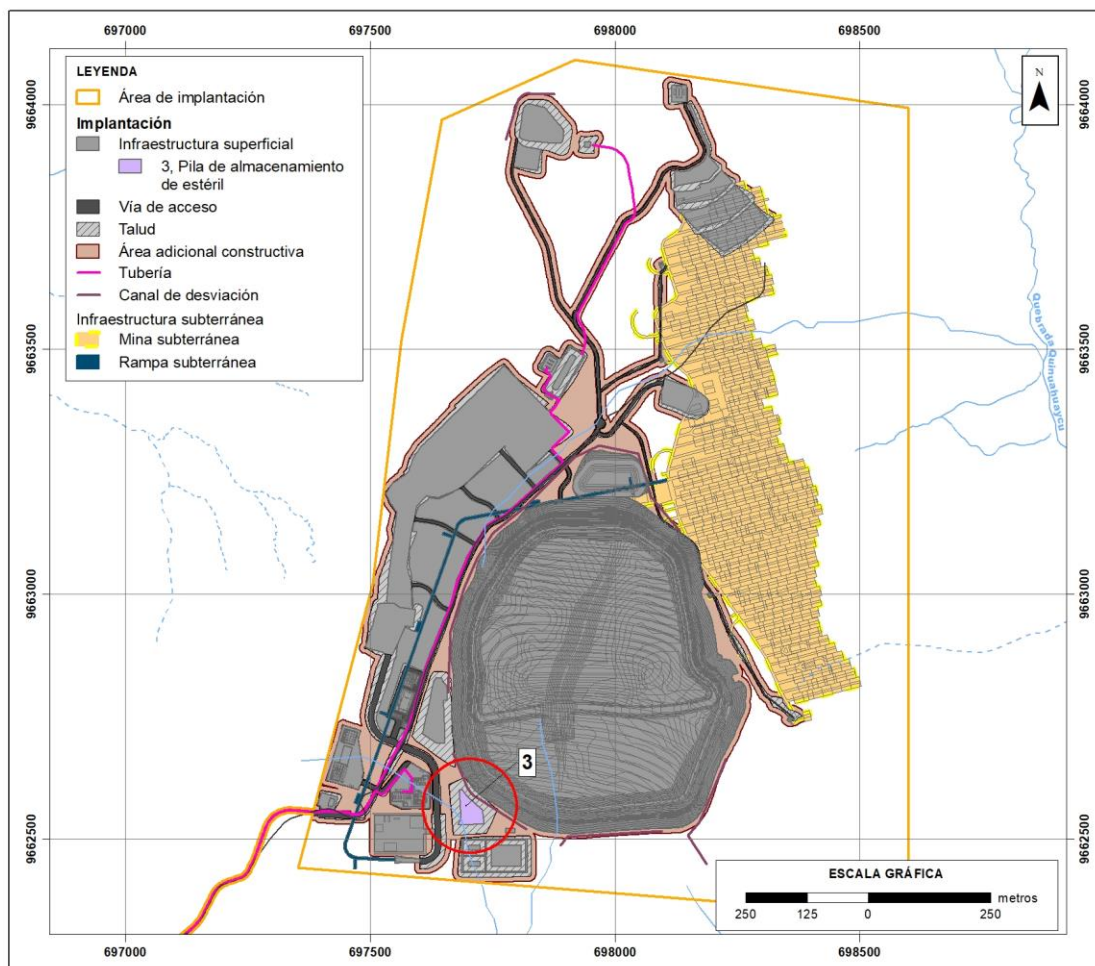


Figura 7-25 Ubicación de la Pila de Almacenamiento de Estéril

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Elaboración: Entrix, 2022 (ver Anexo B. Cartografía; mapa 7.1-1. Mapa de Implantación).

La pila de almacenamiento tendrá un revestimiento para captar toda la escorrentía del acopio, que será tratada, antes de la descarga. Gracias a la ubicación de la pila, toda el agua drenada se conducirá desde esta hacia la piscina de manejo de aguas de contacto del área de mina (Figura 7-17).

La definición inicial del cuerpo mineral, durante la fase de exploración, se basó en los datos del núcleo de perforación, así estos datos se utilizaron para definir el plan de minería inicial; sin embargo, la extracción del mineral y los desechos que se generen a medida que se desarrolle la mina, permitirán afinar dicho plan.

En este sentido, como parte del desarrollo de la mina subterránea, diariamente se realizarán pruebas químicas de la roca encontrada bajo tierra en el laboratorio instalado en el PLL. Este análisis químico permitirá a los operadores de la mina definir el tipo de roca, ya sea mineral o roca estéril, y determinar el correcto almacenamiento de la roca estéril. Cuando se identifiquen posibles escenarios no deseados (por ejemplo, el potencial para generar drenaje ácido), la roca PAG será utilizada como relleno de roca en galerías abiertas disponibles (una vez se haya iniciado la operación de la mina), como complemento al relleno de pasta, que es una práctica propia del procedimiento operativo estándar. El material no PAG que se necesite extraer de la mina será depositado en la pila de almacenamiento de estéril.

La práctica estándar para construir estas pilas es arrojar la roca estéril del camión de carga y luego extender la roca estéril con un tractor (bulldócer); esta pila se construirá con lados estables en el ángulo de reposo. La cantidad de roca estéril colocada en la pila de almacenamiento de estéril variará dependiendo de la producción de este tipo de roca de la mina subterránea y la necesidad de usar la roca estéril para la construcción (por ejemplo, relavera) o para el relleno en la mina subterránea; por lo tanto, el tamaño de la pila de almacenamiento se reducirá cuando la roca estéril sea usada, y al final de la vida útil de la mina se habrá utilizado toda la roca estéril y no habrá roca estéril restante para rehabilitar.

Cuando el material extraído se identifique como roca no PAG, se la puede emplear como material de construcción o de mantenimiento de las vías internas, bermas y plataformas.

7.2.2.2 Pila de Almacenamiento de Mineral

Se planea establecer una pila de almacenamiento de mineral junto a la pila de almacenamiento de estéril (Figura 7-26), que se utilizará durante toda la vida útil de la mina.

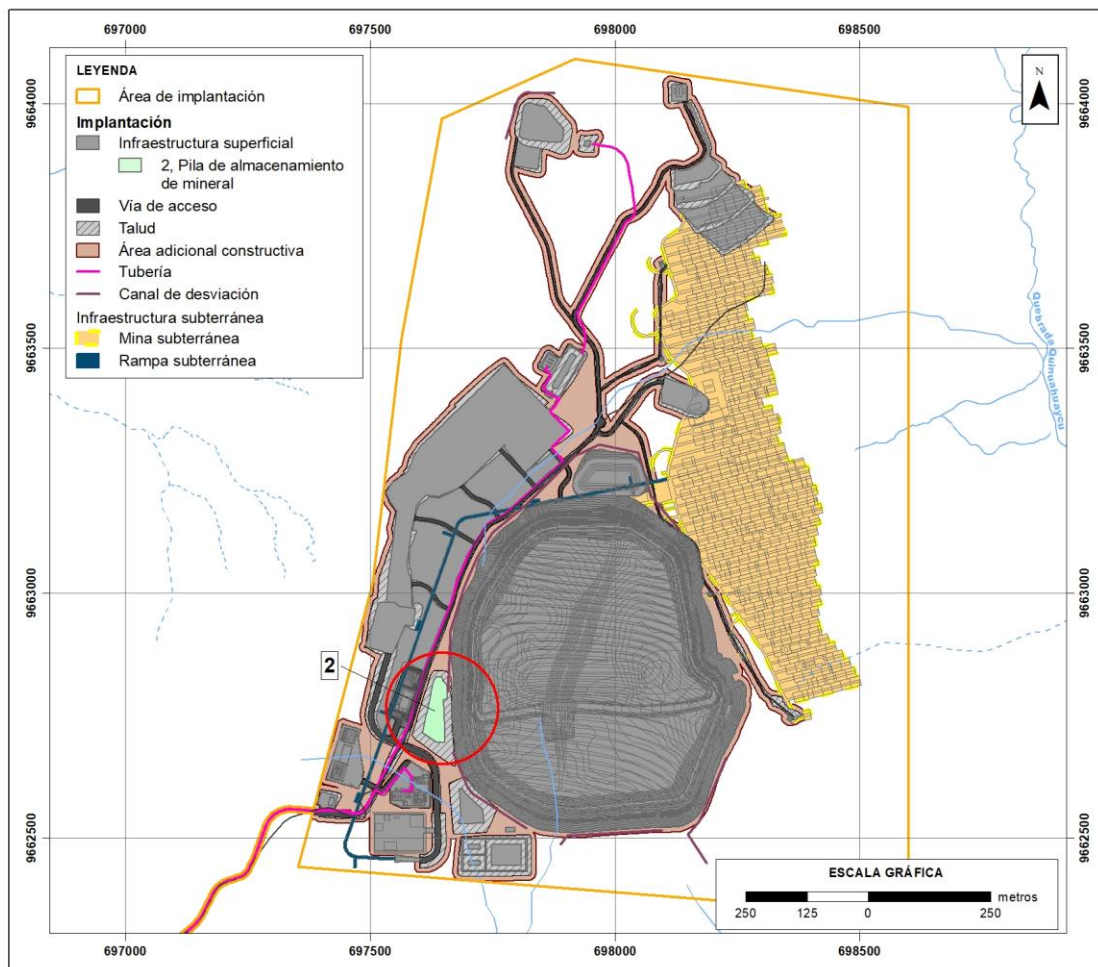


Figura 7-26 Ubicación de la Pila de Almacenamiento de Mineral

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Elaboración: Entrix, 2022 (ver Anexo B. Cartografía; mapa 7.1-1. Mapa de Implantación).

Se utilizará la pila para el almacenamiento de mineral de preproducción, que corresponde al mineral extraído durante el desarrollo de rebajes antes de que la planta de procesamiento esté lista para las operaciones.

El diseño considera suficiente área para apilar tres tipos diferentes de mineral: de alta ley, de ley media y baja ley. El propósito principal de esta pila de almacenamiento de mineral es facilitar la preparación de mezclas de mineral cuando la planta de procesamiento de mineral entre en operación.

Para construir esta pila, se removerá la capa superficial del terreno correspondiente al suelo fértil, y se la trasladará a la zona de almacenamiento de suelos; luego de esto, la pila será revestida y toda la escorrentía de agua será captada y utilizada en la planta de procesamiento o tratada antes de su descarga. La ubicación de la pila permitirá conducir gravitacionalmente el agua y drenajes a la piscina de manejo de aguas de contacto del área de mina (Figura 7-17), para su posterior utilización.

La capacidad de la pila será de $\approx 100\,000\text{ m}^3$, la altura máxima será 10 m desde el nivel del suelo, los taludes serán construidos a una razón de distancia horizontal: vertical de 2:1, y tendrá una vía de acceso de 8 m de ancho con una pendiente máxima de 9° , que facilitará el acceso y salida de camiones.

7.2.2.3 Zona de Almacenamiento de Suelos

El suelo superficial será almacenado en la zona de almacenamiento de suelos (Figura 7-27).

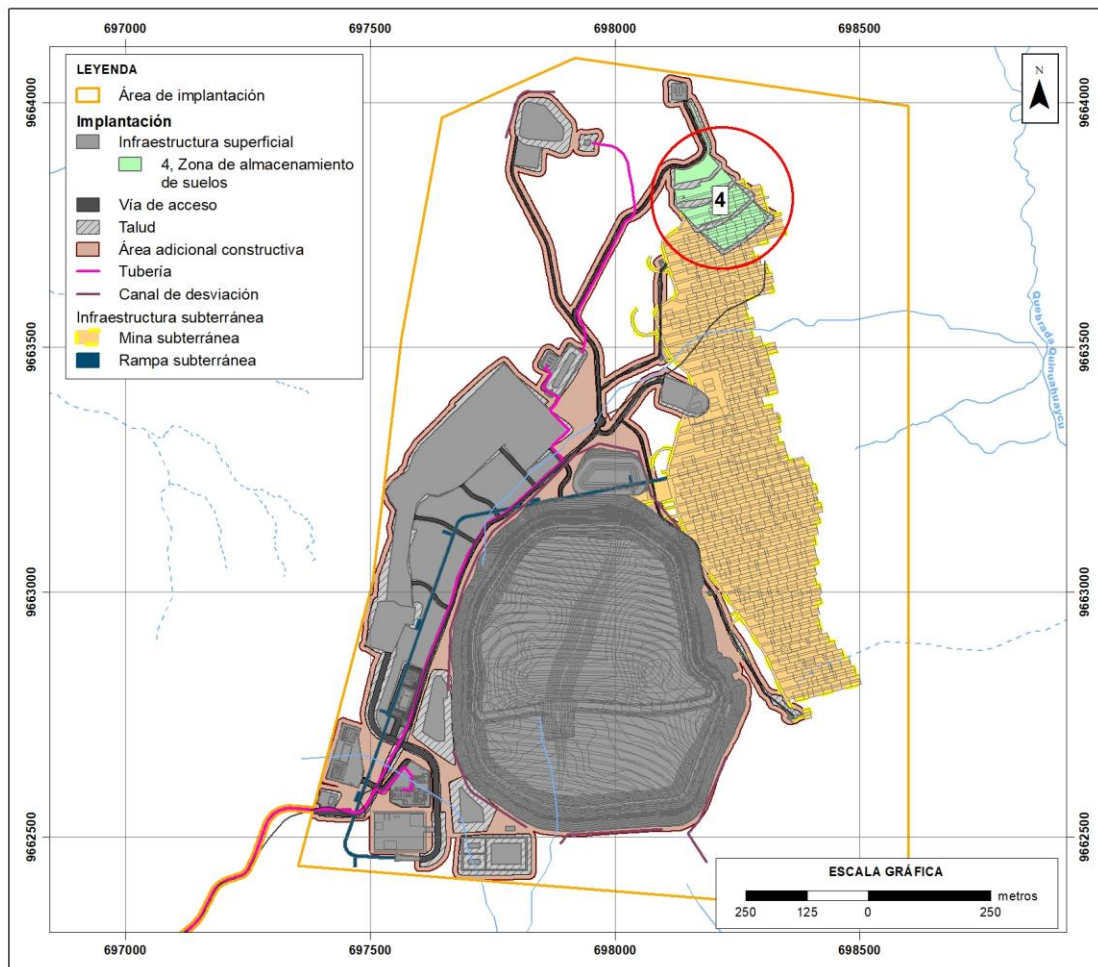


Figura 7-27 Ubicación de la Zona de Almacenamiento de Suelos

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Elaboración: Entrix, 2022 (ver Anexo B. Cartografía; mapa 7.1-1. Mapa de Implantación).

La zona de almacenamiento de suelos está diseñada para permitir que se almacene el material de acuerdo con las pautas ambientales, junto con áreas específicamente diseñadas para almacenar el suelo superficial saturado de la zona del páramo. El área destinada consistirá en cuatro terrazas más un área adicional al costado del camino, el área total será de 25 700 m², con una capacidad total de almacenamiento de suelo superficial de 42 000 m³. El agua y drenajes recolectados serán drenados de forma natural, ya que no existirá ningún tipo de contaminación.

Las terrazas estarán conectadas por vías de ocho metros de ancho y tendrán una altura máxima de cinco metros, con el propósito final de evitar efectos de consolidación y compactación del material orgánico del suelo, y así asegurar que el suelo pueda usarse en el futuro para la rehabilitación del sitio durante la etapa de cierre. Adicionalmente, las terrazas serán monitoreadas con la finalidad de asegurar su apropiada conservación. Las actividades de mantenimiento considerarán la reposición y/o acomodación potencial de partículas removidas por erosión, a fin de asegurar que las partículas más finas y reactivas de ese suelo orgánico permanezcan en el área especificada.

En la medida de lo posible, cualquier suelo fértil se utilizará para rehabilitar inmediatamente las pendientes alrededor del sitio, con el objetivo de evitar la erosión y mejorar el paisaje. La calidad del suelo se

mantendrá a través de la siembra de vegetación en la zona de almacenamiento de suelos, con el objetivo de evitar la erosión, mantener la aireación del suelo y probar plantas para el trabajo de rehabilitación que se completará durante la fase de cierre de la mina.

7.2.2.4 Almacenamiento y Estación de Combustible

Existirá un área dedicada para el almacenamiento de combustibles, que dispondrá de tanques para el almacenamiento de diésel y gasolina, así como una estación de abastecimiento. Esta instalación contará con los requisitos mínimos establecidos en el Reglamento Ambiental de Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador.

La estación de abastecimiento de combustible se ubicará junto al taller de mantenimiento (Figura 7-28), estará a disposición de vehículos de transporte en la planta y la flota de transporte minero y, al menos, constará de las siguientes instalaciones (Figura 7-28):

- > Plataforma de concreto con bordillos y un sumidero para descargar los autotanques.
- > Conexiones requeridas para descargar combustible del autotanque a los tanques de almacenamiento de combustible.
- > Equipo de seguridad contra incendios, conformado principalmente por extintores.
- > Plataforma de concreto sobre la cual se colocarán los tanques de combustible.
- > Bolardos/bermas para proteger los tanques en el caso eventual de existir algún derrame, donde todo combustible será captado y bombeado mediante una bomba de sumidero.
- > Sumidero dentro de la berma de contención secundaria con una conexión a un separador de aceite/agua.
- > Tanques de diésel de doble pared con un volumen total de 150 000 L.
- > Tanque de gasolina de doble pared con una capacidad de 5000 L.
- > Plataforma de concreto para el área de reabastecimiento de combustible para el equipo móvil.
- > Separador de aceite/agua para el área de reabastecimiento de combustible.
- > Bombas y controles para dispensar los combustibles con boquillas de apagado automático, una vez que los tanques de los automotores estén llenos, para así evitar cualquier tipo de derrame en el área.
- > Techo sobre el área de reabastecimiento de combustible.
- > Iluminación para uso nocturno.
- > Área para el almacenamiento de aceites y grasas bajo techo, dentro de las bermas de contención secundaria.

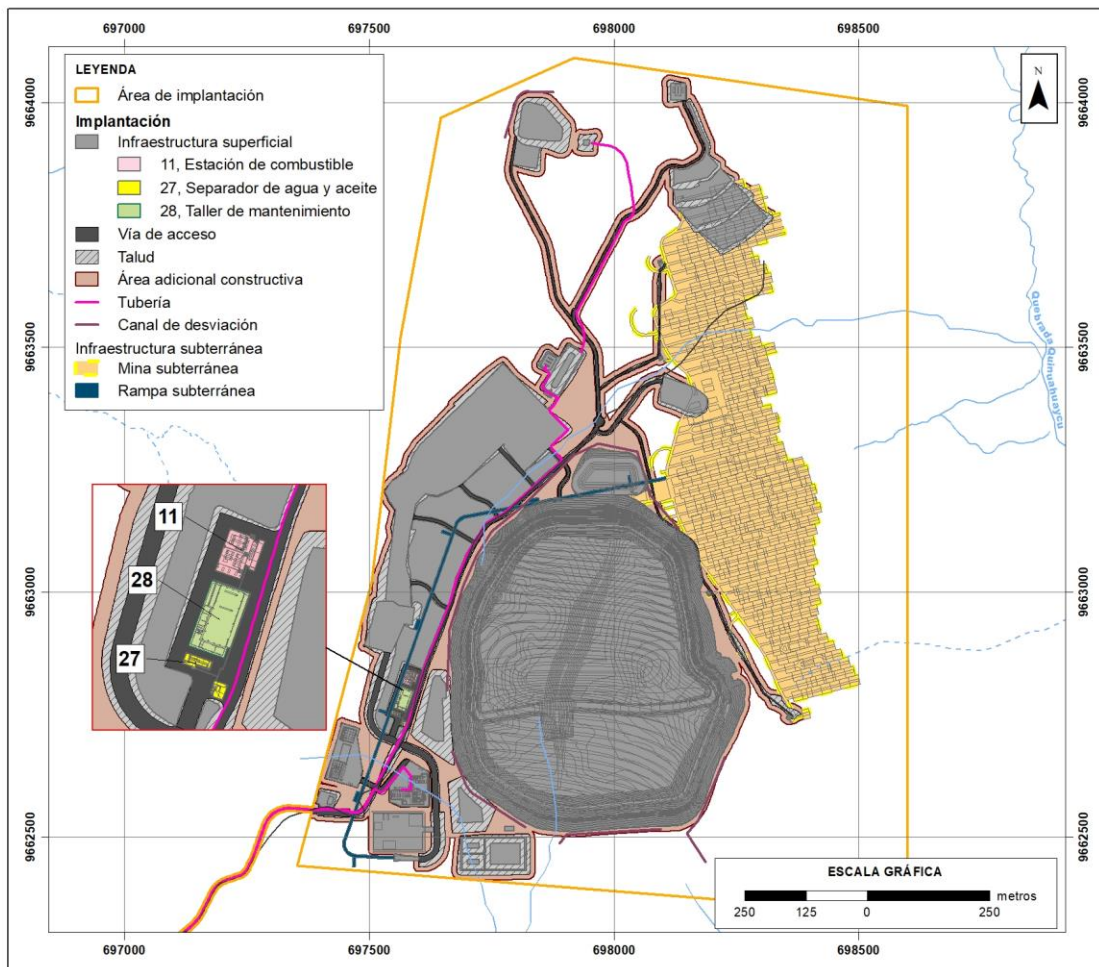


Figura 7-28 Ubicación de la Estación de Combustible, Separador de Agua y Aceite y el Taller de Mantenimiento

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Elaboración: Entrix, 2022 (ver Anexo B. Cartografía; mapa 7.1-1. Mapa de Implantación).

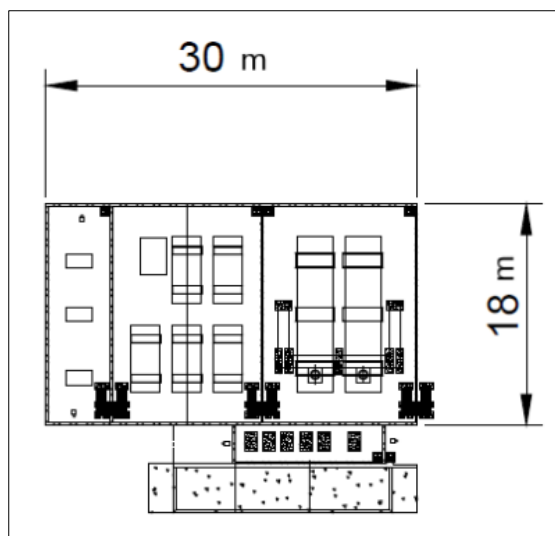


Figura 7-29 Distribución de la Estación de Combustible

Fuente y elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

7.2.2.5 Taller de Mantenimiento y Estación de Combustible

El taller de mantenimiento y estación de combustible para el reabastecimiento de combustible están junto a la vía de carga para facilitar el acceso (Figura 7-28), así como brindar opciones de contención en el caso de un derrame relacionado con hidrocarburos, ya que, en primer lugar, todos los líquidos quedarán contenidos en cubetos dentro de los talleres.

La escorrentía de toda el área se dirigirá a un separador de aceite/agua y luego a la planta de tratamiento de agua.

7.2.2.6 Área de Vestidores

El área de vestidores será el lugar donde el personal de la mina se reunirá para el cambio de turno, e incluirá baños, duchas, un comedor y algunas oficinas; la escorrentía y las aguas residuales procedentes de esta área se tratarán en la planta de tratamiento de aguas negras y grises, ubicada cerca de la piscina de manejo de aguas de contacto del área de la mina.

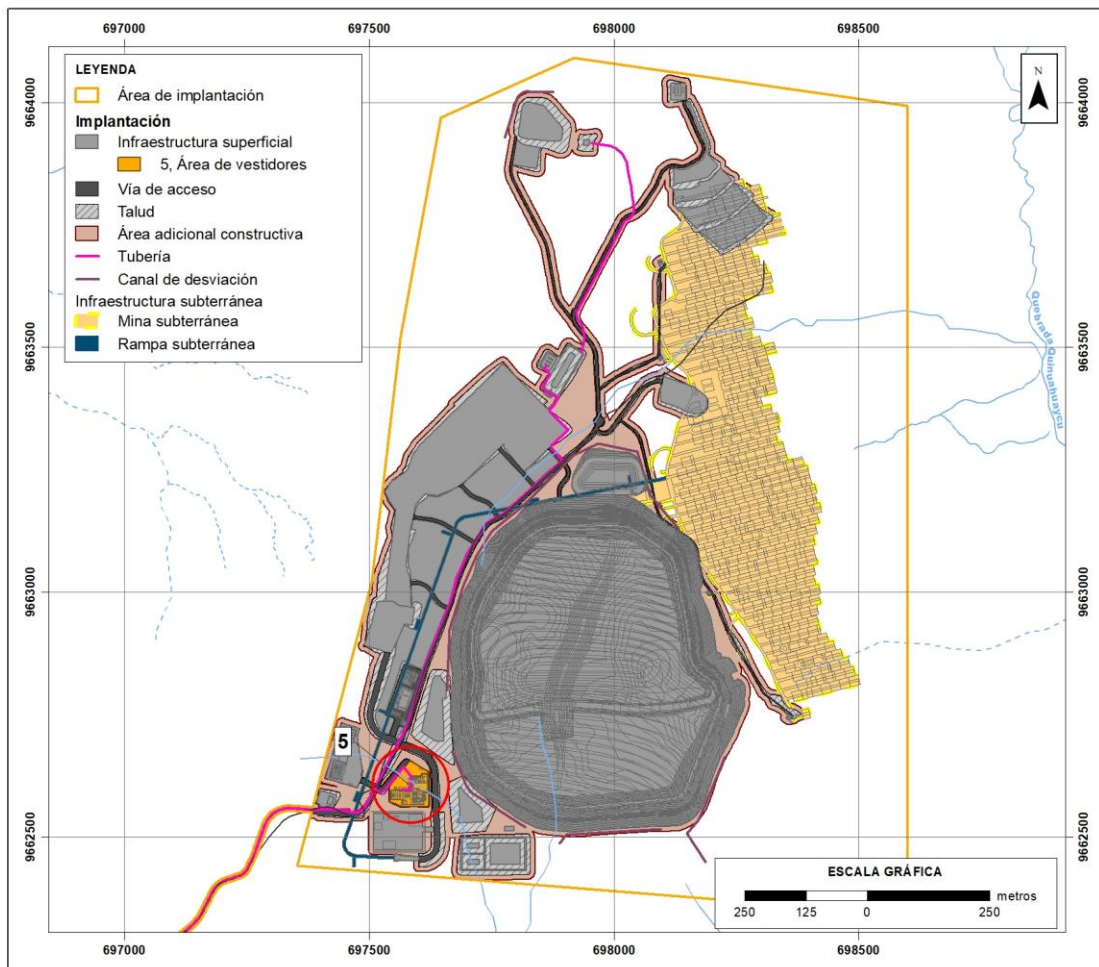


Figura 7-30 Ubicación del Área de Vestidores

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Elaboración: Entrix, 2022 (ver Anexo B. Cartografía; mapa 7.1-1. Mapa de Implantación).

7.2.2.7 Acceso y Garita Principal (área de seguridad y administración)

La planta de procesamiento de mineral y la mina comparten la caseta de seguridad de la garita de ingreso, el edificio de administración y las bodegas; la garita de ingreso albergará la seguridad del sitio, incluidas las oficinas y las estaciones de monitoreo del circuito cerrado, y apoyará en el control del acceso al sitio.

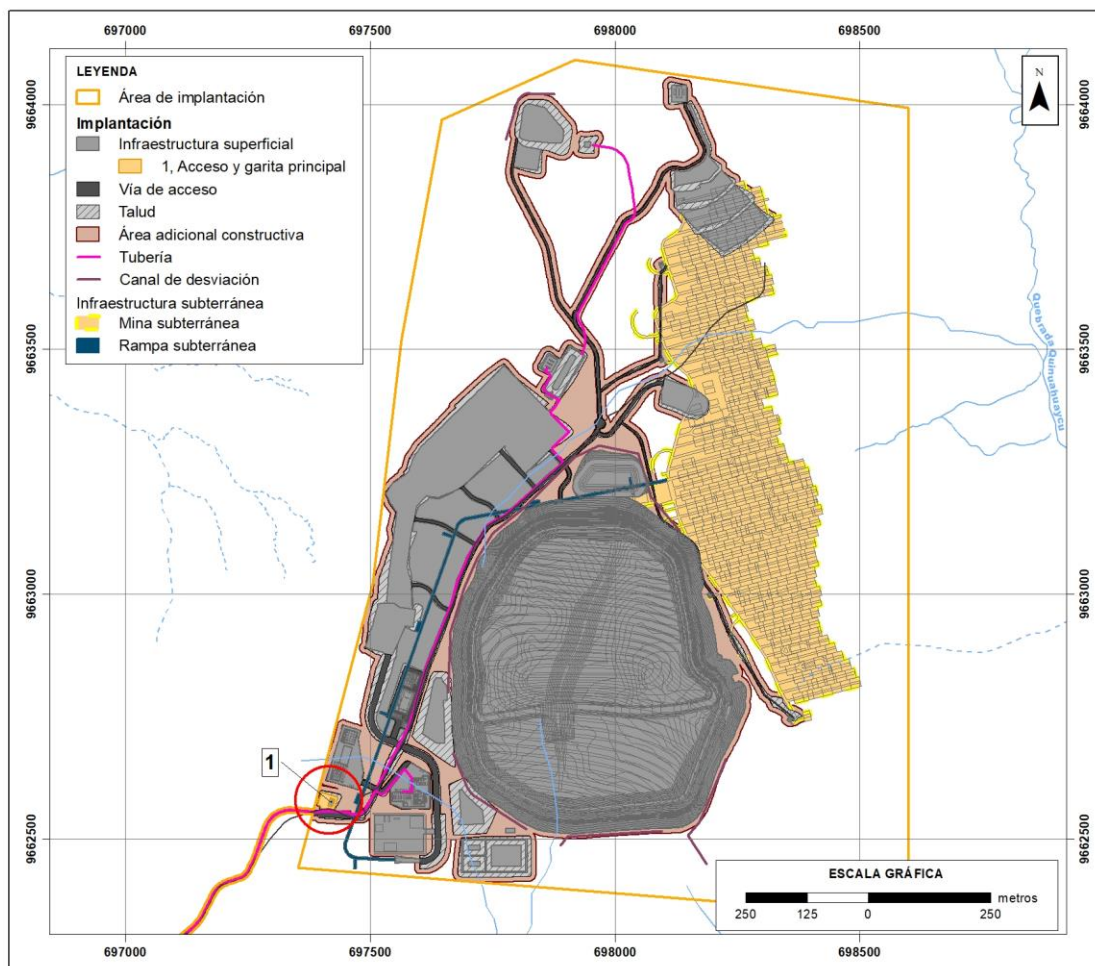


Figura 7-31 Ubicación del Acceso y Garita Principal

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Elaboración: Entrix, 2022 (ver Anexo B. Cartografía; mapa 7.1-1. Mapa de Implantación).

7.2.2.8 Bodegas, Oficinas y Comedor

El área de bodegas tiene almacenamiento abierto y cubierto (Figura 7-32) y está cercada para evitar la manipulación de los productos almacenados. Los artículos ambientalmente sensibles se almacenarán de formas especiales para evitar derrames, y no se almacenarán productos químicos o reactivos, ya que estos se almacenarán en un edificio adecuadamente diseñado para este fin y ubicado dentro de la planta de procesamiento de mineral.

Junto a las bodegas se ubicarán las oficinas administrativas de la mina y un comedor; en este complejo de oficinas se localizará el dispensario médico que ocupará un área total de 56 m², y se describe como parte de las instalaciones de soporte (ver 7.2.6.4 Dispensario Médico). A esta área se accede mediante una vía que parte del acceso principal.

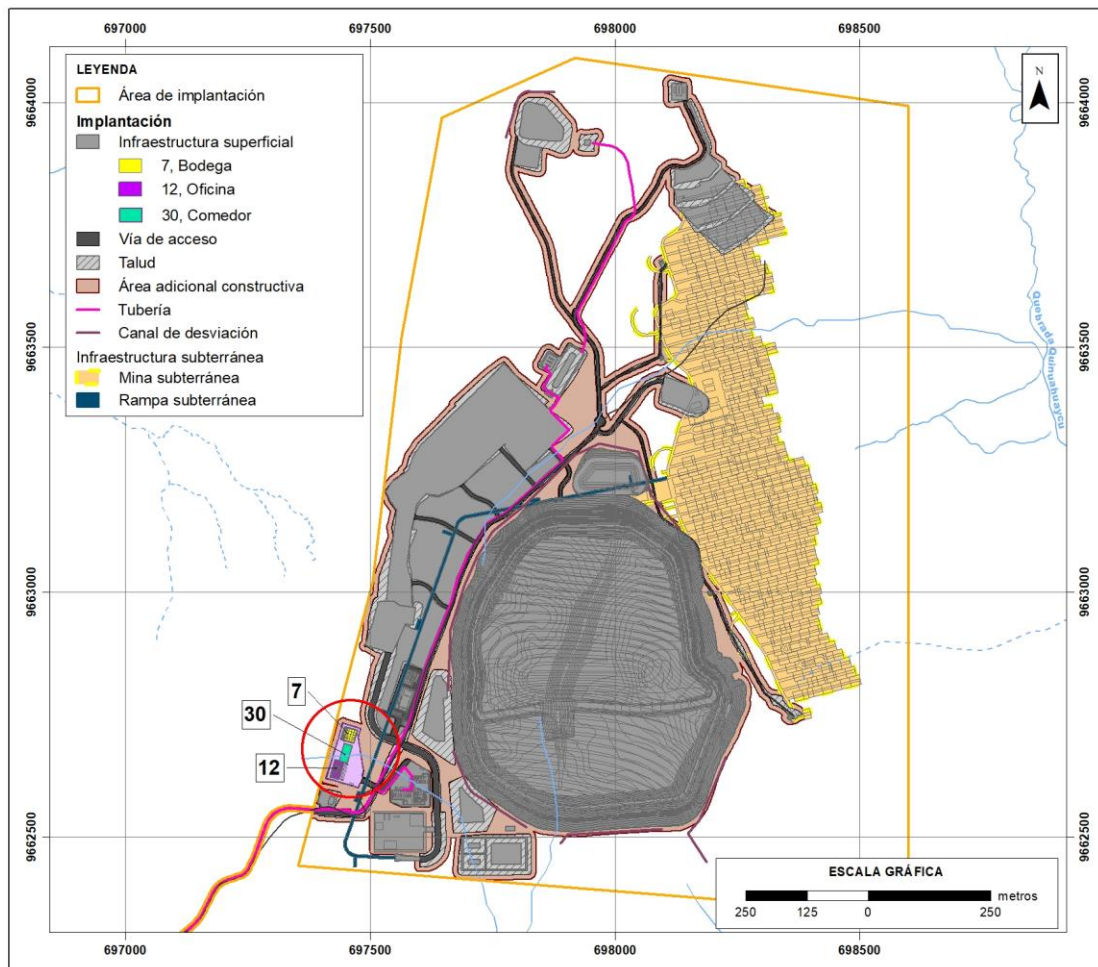


Figura 7-32 Ubicación de la Bodega y Oficinas

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Elaboración: Entrix, 2022 (ver Anexo B. Cartografía; mapa 7.1-1. Mapa de Implantación).

7.2.2.9 Polvorín en Superficie

El polvorín se ubicará hacia el norte del área de influencia, al cual se accederá por un acceso único, que vendrá desde la zona de almacenamiento de suelos. Esta instalación será la principal área para almacenamiento de explosivos del Proyecto, y desde allí se atenderán los requerimientos hacia el polvorín subterráneo, ya que, como se mencionó anteriormente, por cuestiones de seguridad y para minimizar los riesgos, solamente se almacenará una cantidad limitada de explosivos bajo tierra. De forma general, este polvorín estará rodeado por taludes de protección.

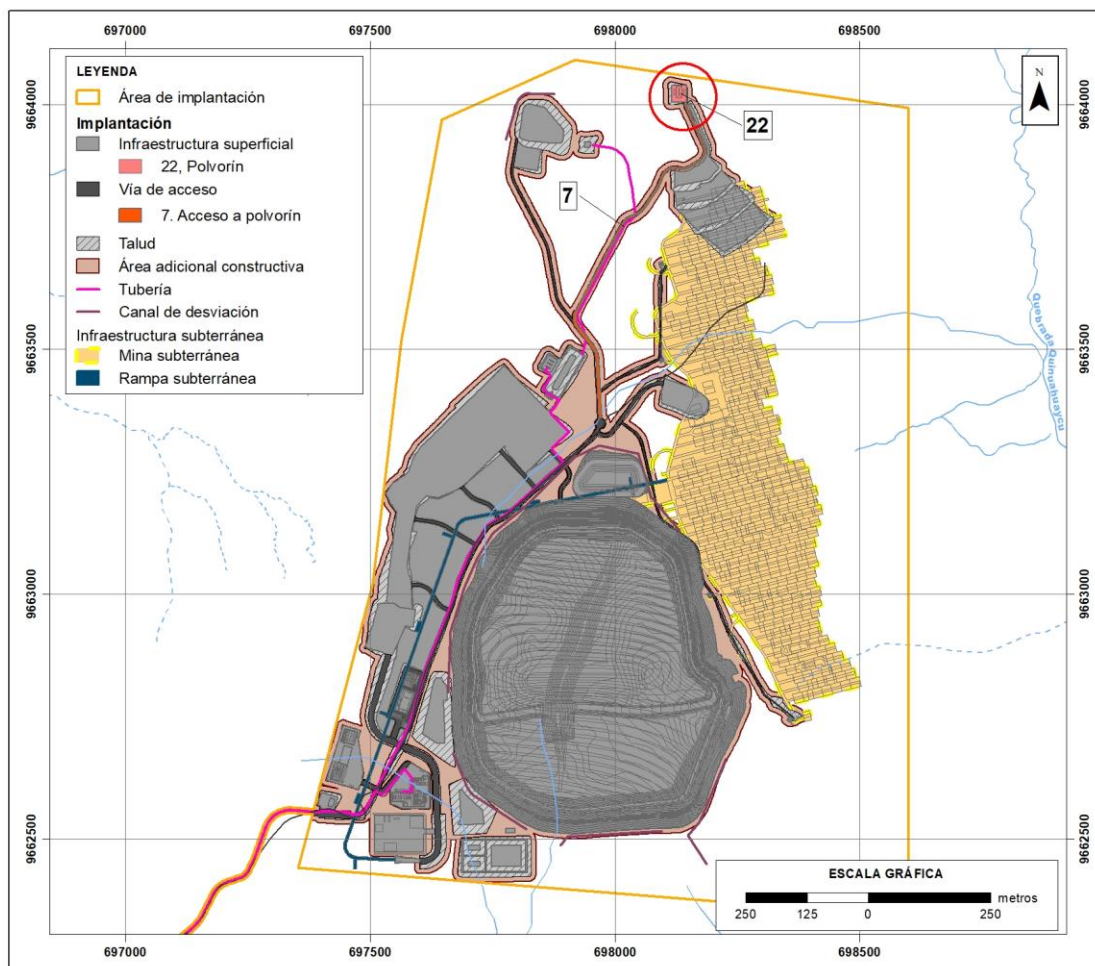


Figura 7-33 Ubicación del Polvorín y su Vía de Acceso

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Elaboración: Entrix, 2022 (ver Anexo B. Cartografía; mapa 7.1-1. Mapa de Implantación).

7.2.3 Instalaciones para Procesamiento de Mineral

En la planta de procesamiento de mineral y en la infraestructura de soporte (Tabla 7-12 y Figura 7-34) se procesarán los minerales extraídos y se convertirán en concentrados comerciables. Adicionalmente, junto a la planta de procesamiento existe un área sin infraestructura. Se ha diseñado la planta para optimizar el uso del espacio disponible, minimizando su huella y, por lo tanto, su impacto. Del área total destinada para el procesamiento, 4,62 ha están libres de infraestructuras.

Tabla 7-12 Instalaciones para Procesamiento de Mineral

Infraestructura/Instalaciones	Área (ha)	Coordenadas WGS84 Zona 17 Sur	
		Este (m)	Norte (m)
Piscina de manejo de aguas de contacto-planta de procesamiento de mineral	0,1	697896,63	9663453,02
Planta de procesamiento de mineral	5,42	697700,02	9663276,64
Área de trituración	0,67	697539,26	9662932,45

Infraestructura/Instalaciones	Área (ha)	Coordenadas WGS84 Zona 17 Sur	
		Este (m)	Norte (m)
Área interna sin infraestructura	4,62	697666,52	9663076,97

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020
Elaboración: Entrix, 2022

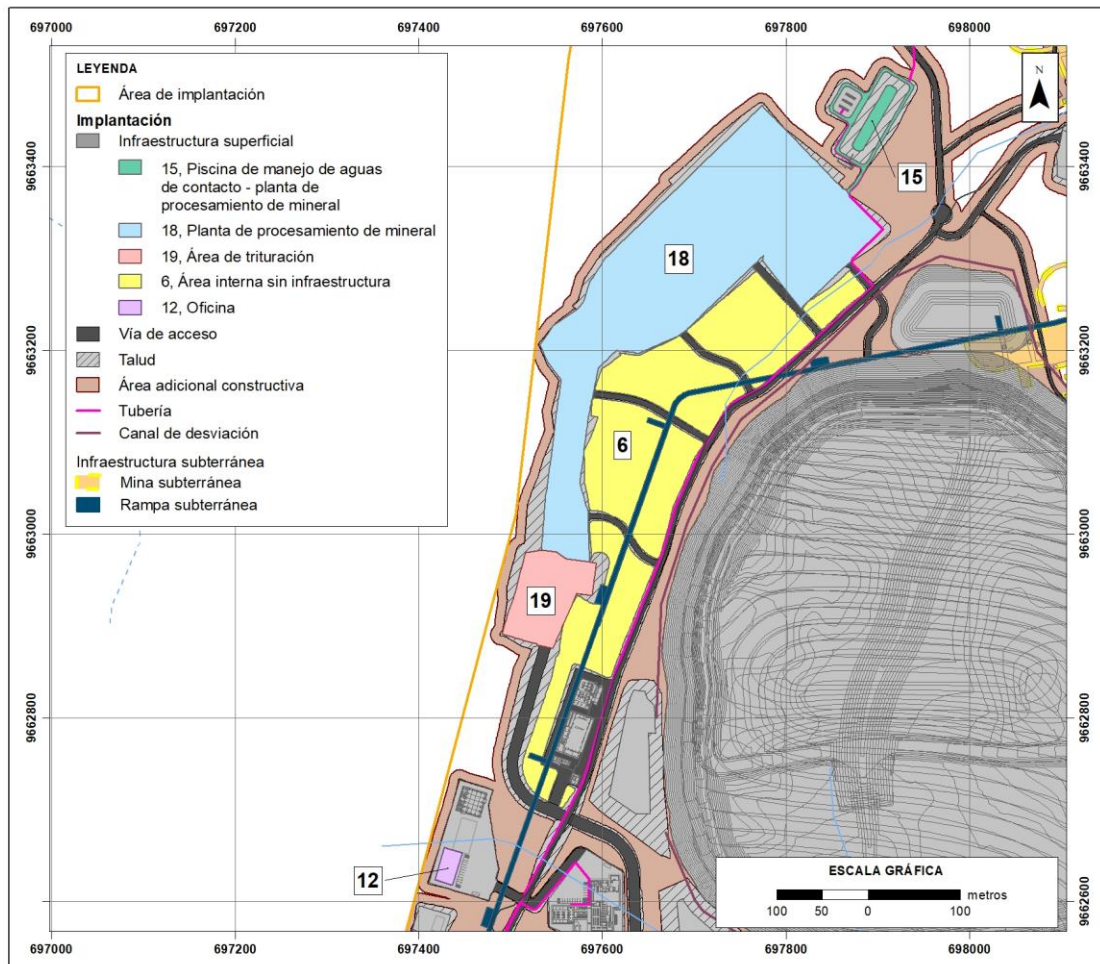


Figura 7-34 Distribución de la Planta de Procesamiento de Mineral

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020
Elaboración: Entrix, 2022 (ver Anexo B. Cartografía; mapa 7.1-1. Mapa de Implantación).

7.2.3.1 Descripción del Proceso

Los principales elementos del proceso son la conminución (trituración y molienda), la flotación de cobre, la flotación de pirita y las instalaciones de desagüe de concentrados y relaves. El flujo del proceso se representa en la Figura 7-35.

Página en blanco

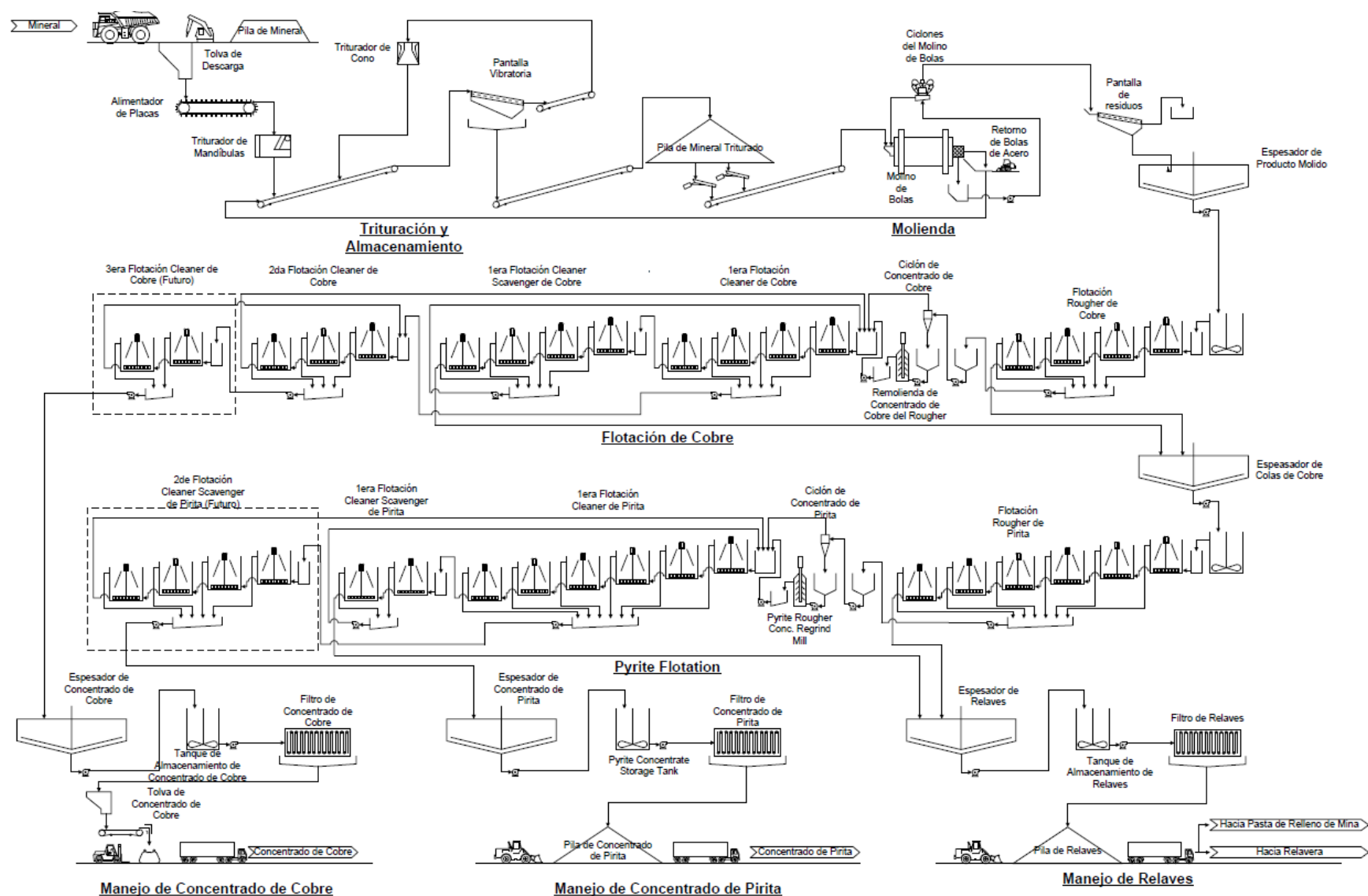


Figura 7-35 Diagrama de Flujo del Procesamiento de Mineral

Fuente y elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Página en blanco

7.2.3.1.1 Conminución: Trituración

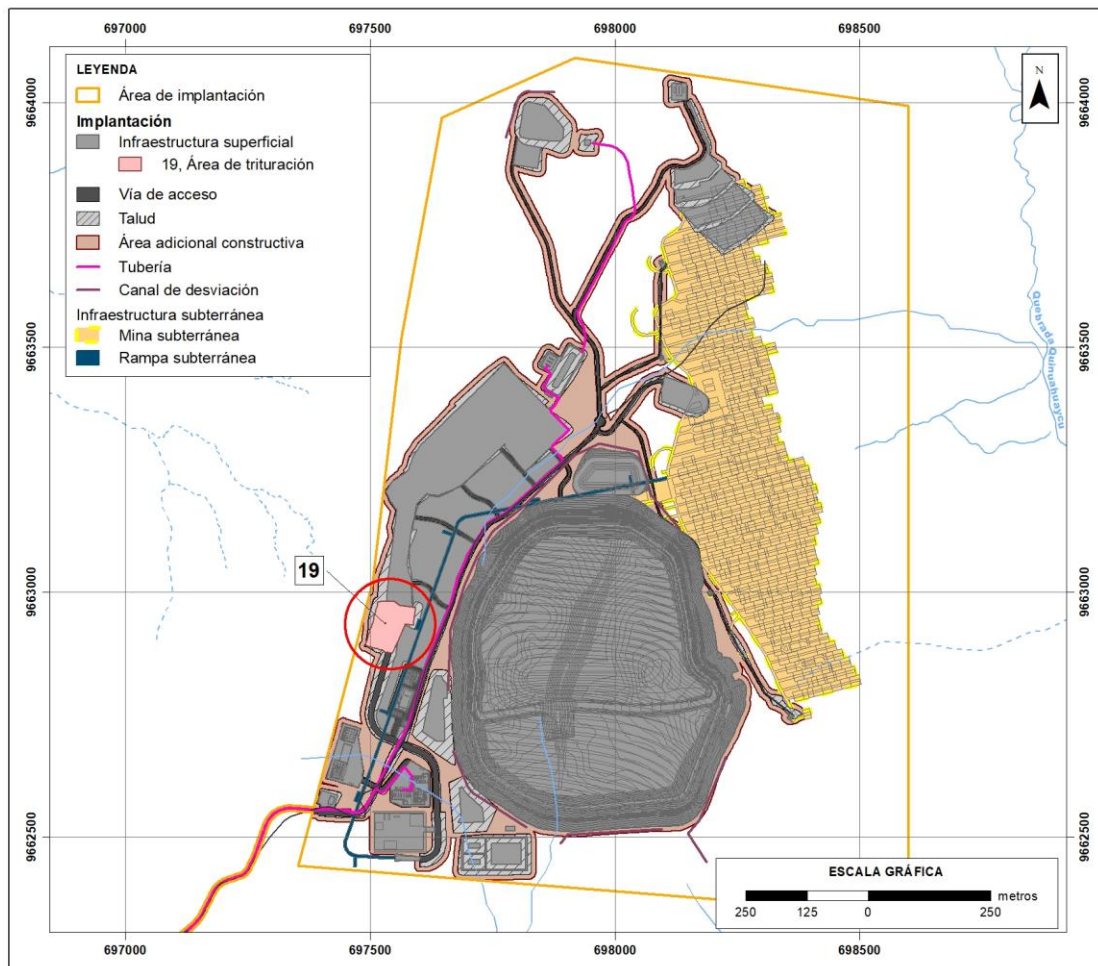


Figura 7-36 Ubicación del Área de Trituración

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Elaboración: Entrix, 2022 (ver Anexo B. Cartografía; mapa 7.1-1. Mapa de Implantación).

El circuito de conminución (Figura 7-37) triturará y molerá todo el mineral proveniente de la mina hasta alcanzar el tamaño requerido para el tratamiento en las secciones de flotación de la instalación de proceso. El mineral extraído (ROM) se tritura y muele, mediante los siguientes pasos:

- > La trituración mediante una trituradora de mandíbula de 132 kW, seguido de una trituradora de cono de circuito cerrado de 220 kW.
- > La molienda, tanto de mineral de cobre como de pirita, se realiza en un molino de bolas con variador de velocidad (VFD) de 5 MW con descarga de parrilla, con dimensiones principales 5 m de diámetro y 7,2 m de largo de molienda efectivo (EGL effective grinding lenght), accionado por un único piñón.
- > La remolienda del concentrado grueso de cobre se realiza en un molino de agitación vertical con medios cerámicos (HIG high intensive grinding) de 1000 L y VFD de 150 kW.

La remolienda del concentrado grueso de pirita se realizará igualmente en un molino de agitación vertical con medios cerámicos (HIG) de 2000 L y 350 kW.

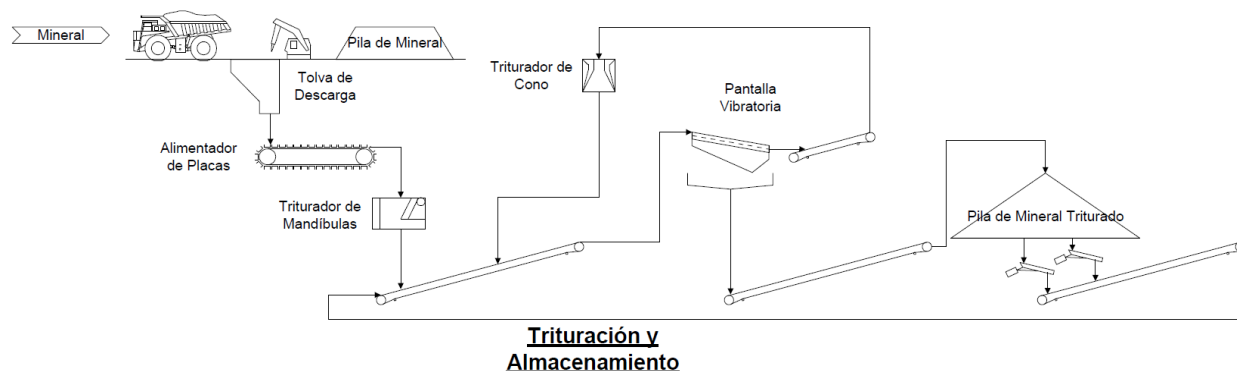


Figura 7-37 Disposición del Circuito de Trituración

Fuente y elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

La trituración consistirá en una trituradora de punta de mineral y de mandíbula primaria (Figura 7-38) que reducirá el mineral a un tamaño inicial de <150 mm; luego, el material triturado se tamizará (Figura 7-39), y la fracción de tamaño inferior al tamiz (<26 mm) se enviará al acopio del molino, mientras que la fracción de gran tamaño se encaminará a una trituradora de cono secundaria (Figura 7-40), y se volverá a tamizar el mineral triturado de la trituradora secundaria.

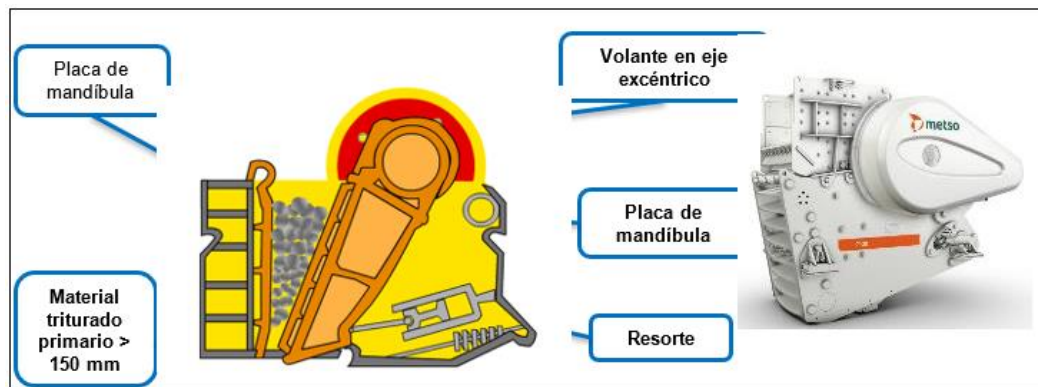


Figura 7-38 Esquema de la Tritradora de Mandíbula Primaria

Fuente y elaboración: Metso.com

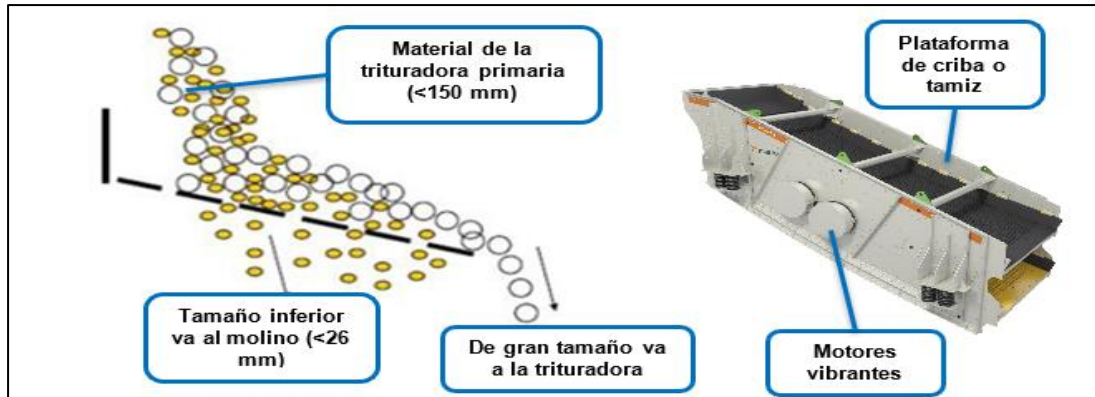


Figura 7-39 Esquema de Cribado o Tamizado Primario

Fuente y elaboración: Metso.com

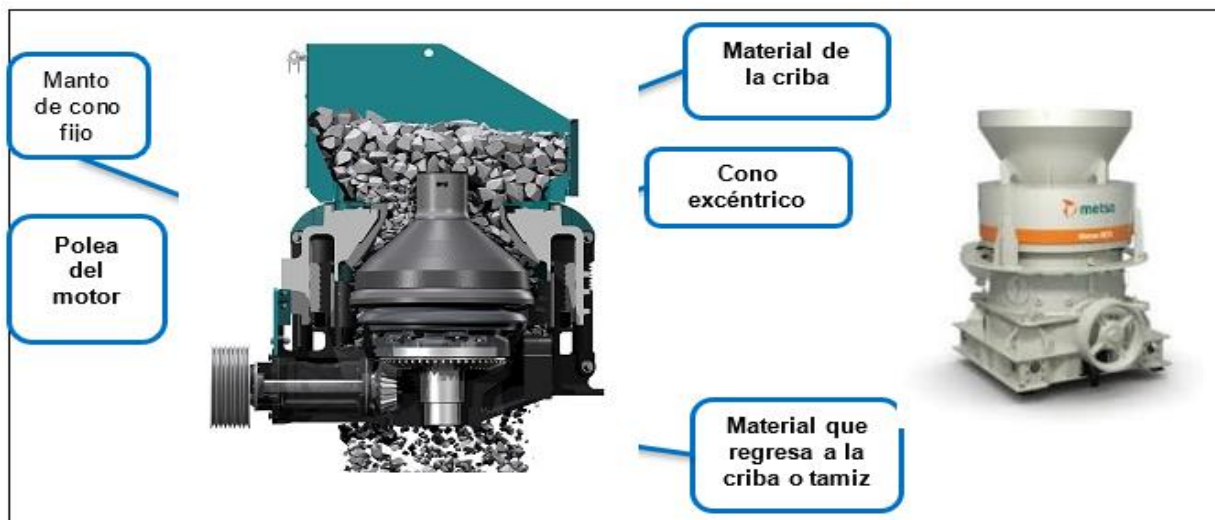


Figura 7-40 Esquema de la Trituradora Secundaria

Fuente y elaboración: Metso.com

Se esperará que los niveles de ruido en el área de trituración estén aproximadamente a 90 dB, a 1 m de distancia de la trituradora, de acuerdo a estándares de salud e higiene en el trabajo. Además, se destaca que cuando un equipo supera los 80 dB, el personal expuesto deberá utilizar en todo momento Equipo de Protección Personal y considerar además que se permitirá el acercamiento a la fuente de origen del ruido únicamente cuando sea indispensable para la operación. Adicionalmente en conjunto con la utilización de protección auditiva, se instalarán barreras de aislamiento acústico alrededor de los equipos. Un ejemplo de este tipo de barrera corresponderá a planchas de acero sobre bases de concreto, que permitirán insonorizar los equipos recién mencionados; adicionalmente, se asegurará el mantenimiento apropiado de los equipos y maquinarias principales con la finalidad de evitar ruidos anormales de operación. Para impedir la contaminación atmosférica en las áreas de conminución, se instalarán sistemas de supresión de polvos antes de ambas trituradoras y en todos los equipos que emitan partículas, como, por ejemplo, en la trituradora, puntos de descarga, correas transportadoras, correas de traspaso, etc.; estos sistemas de supresión de polvo consistirán en un sistema de distribución de agua conectado a boquillas de rociado de agua, que funcionarán cuando el equipo esté operando.

El mineral de menor tamaño que pasará a través de la criba (<26 mm) se llevará por un transportador cubierto al acopio de mineral triturado, que tiene una capacidad de alimentación de 24 horas (alrededor de 3000 t). El agua de supresión de polvo se aplicará en el transportador de alimentación para mitigar el transporte de polvo fino, ya que mantendrá húmedo el acopio en todo momento.

7.2.3.1.2 Conminución: Molienda y Clasificación

Se alimentará el mineral procedente del acopio de mineral triturado a la planta de molienda a través de una serie de alimentadores debajo del acopio y un transportador cubierto. La tasa de alimentación de mineral al molino de bolas se ha establecido con el objetivo de proporcionar una situación estable en la planta de procesamiento.

El mineral se alimentará al molino de bolas junto con el agua de proceso, el molino de bolas individual molerá el mineral ($<0,075$ mm) lo suficientemente fino como para formar una pulpa que se lave en la descarga del molino. La descarga del molino fluirá sobre una criba de protección de fragmentos de las bolas de molino (se eliminarán los guijarros y las bolas de molino desgastadas).

Se bombeará la pulpa de flujo inferior de la criba a través de bombas de descarga del molino a los clasificadores de ciclón, para clasificar según las dimensiones. El material de menor tamaño ($< 0,075$ mm) ingresará al sistema de flotación de cobre por gravedad. El material de gran tamaño ($> 0,075$ mm) se regresará al molino por gravedad para una molienda adicional.

Toda el área del molino de bolas tiene una contención secundaria en forma de muro de hormigón. Esta área captará todos los derrames de la pulpa, el agua de lavado y el agua lluvia, y estará equipada con sumideros y bombas que moverán cualquier pulpa y agua de regreso a la alimentación del molino de bolas. El criterio de diseño de la contención secundaria será lo suficientemente grande como para contener los volúmenes de una hora de alimentación del molino, más el volumen de pulpa contenida en el molino, más el volumen de agua de tormenta (evento 1 en cada 25 años). Se bombeará cualquier derrame captado nuevamente a la alimentación del molino y volverá a ingresar al proceso.

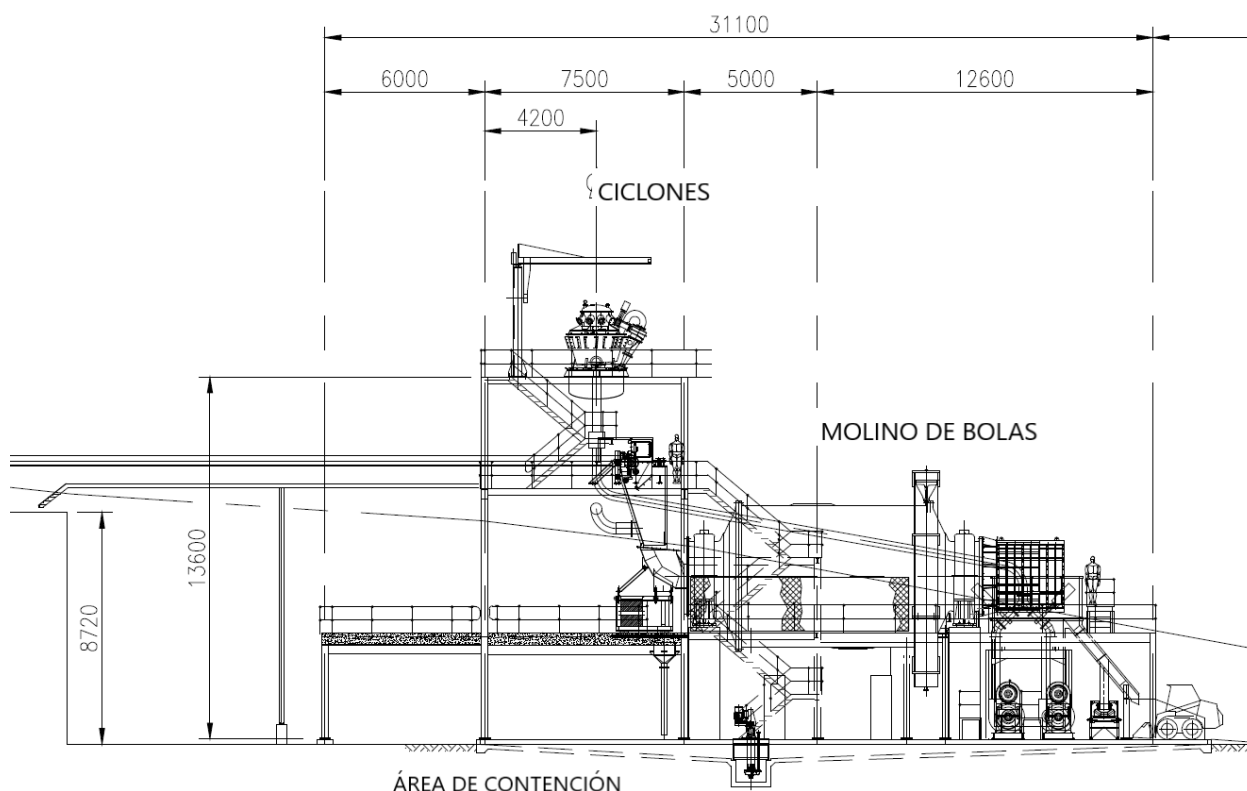


Figura 7-41 Diseño del Molino y Clasificación

Fuente y elaboración: Metso.com

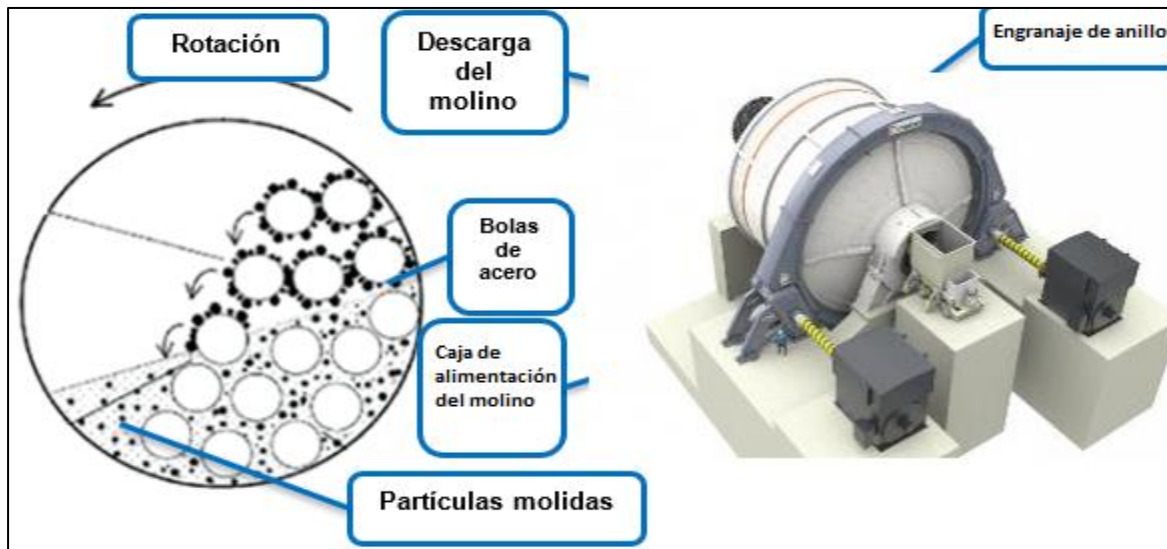


Figura 7-42 Esquema del Molino Primario

Fuente y elaboración: Metso.com

7.2.3.1.3 Flotación

En los circuitos de flotación ocurre la concentración mineral real. Los minerales del yacimiento están asociados con varias litologías geológicas, que requieren circuitos separados de flotación de cobre y de pirita para maximizar la recuperación de minerales.

A cada circuito se agregarán varios reactivos que se describen en adelante. El circuito de flotación de cobre constará de 10 celdas y el circuito de flotación de pirita constará de 18 celdas. Las celdas de flotación (Figura 7-43) producirán un concentrado mediante el uso de reactivos colectores que unirán las partículas de minerales con burbujas de aire introducidas en la base de las celdas de flotación a través del agitador. Un reactivo espumante asegurará que las burbujas aguanten hasta que se forme una espuma en una artesa de concentrado, donde el concentrado de cobre se enviará a un espesante para espesar el concentrado nuevamente y convertirlo en pulpa. Las partículas de minerales que no contengan cobre u oro no serán recogidas por los reactivos y dejarán el circuito de flotación de cobre en los relaves. Un proceso de flotación generalmente requiere múltiples celdas (bancos) de varios tamaños para garantizar una alta tasa de recuperación de metales.

Los bancos de celdas de flotación se alojarán en estructuras elevadas para permitir el flujo gravitacional de una celda a la siguiente. Los bancos elevados estarán rodeados por una berma de contención secundaria de concreto para captar cualquier derrame relacionado con el proceso, lluvia y agua residual que llegue al área. La contención secundaria incluirá sumideros y bombas que transporten la pulpa captada y el agua, nuevamente, al proceso a través del tanque de acondicionamiento de desbastes.

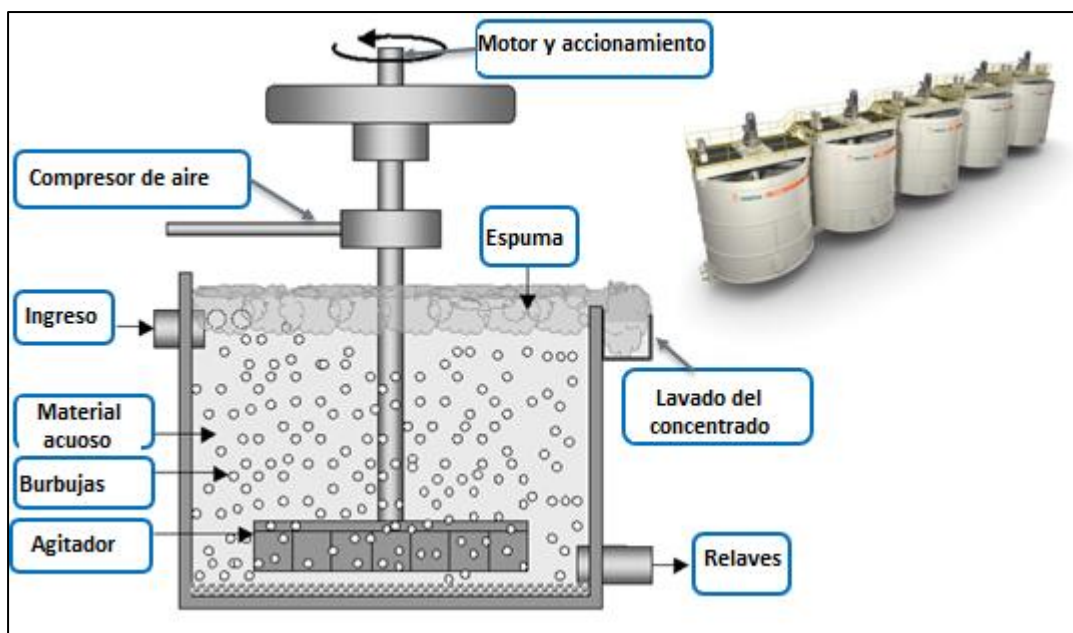


Figura 7-43 Operación Típica de una Celda de Flotación

Fuente y elaboración: MineralSED.CA, Metso.com

Flotación de Cobre

Se acondicionará primero la alimentación de flotación de cobre de los ciclones del molino con lechada de cal y agua de proceso reciclada en el tanque de acondicionamiento de flotación de desbastes de cobre. La pulpa acondicionada fluirá por gravedad a la caja de alimentación de desbastes de cobre, en la que se agregará una espuma de metil isobutil carbinol (MIBC) y un colector específico de cobre (3418 A), y luego a la primera de las cuatro celdas de tanque de flotación de desbastes ($4 \times 50 \text{ m}^3$). También se agregarán el MIBC y colector de cobre a las celdas seleccionadas a lo largo del banco.

Las colas de desbastes de cobre se enviarán al espesante de relaves de cobre. Se conducirá el concentrado de desbastes de cobre al Cyclopac del concentrado de cobre a través de la caja de la bomba de concentrado de estos desbastes. El desbordamiento del Cyclopac se conducirá a la caja de la bomba de alimentación del primer limpiador de cobre, mientras que el flujo inferior se transferirá a la caja de la bomba de alimentación del molino de remolienda de cobre.

El molino de remolienda de concentrado de desbastes de cobre generará un producto con $20 \mu\text{m}$ ($0,020 \text{ mm}$), que se combinará con el desbordamiento del Cyclopac. Se bombeará el flujo combinado a la caja de alimentación del primer limpiador de cobre y luego fluirá por gravedad a la primera de las cuatro celdas de flotación del primer limpiador ($4 \times 4 \text{ m}^3$). Los relaves de las primeras celdas limpiadoras fluirán a la caja de alimentación del barrido del primer limpiador de cobre y luego a las cuatro celdas de barrido del primer limpiador ($4 \times 4 \text{ m}^3$). Los relaves de las células de barrido del limpiador se conducirán al espesante de relaves de cobre donde se combinarán con los relaves de desbastes de cobre. El concentrado de los primeros limpiadores se bombeará a los segundos limpiadores ($2 \times 3 \text{ m}^3$), mientras que el concentrado de los primeros barridos del limpiador regresará a la caja de alimentación del primer limpiador.

La caja de alimentación del segundo limpiador recibirá el concentrado del primer limpiador, que se conducirá a tres celdas del limpiador secundario. Se dirigirá el concentrado del limpiador secundario al concentrado final, y se conducirán los relaves del limpiador secundario a la caja de alimentación del primer limpiador.

En el futuro, se ha previsto la instalación de un banco de celdas de terceros limpiadores ($2 \times 2 \text{ m}^3$) y equipos asociados.

Se usará la lechada de cal para controlar el pH de la pulpa de alimentación a la flotación de desbastes de cobre entre pH 10,5 y pH 11, y de pH 11 a pH 11,5 en cada una de las etapas de flotación de limpiadores. Se agregará el espumante (MIBC) y el colector de cobre (3418A) a las cajas de alimentación de las diversas etapas de flotación de cobre, según sea necesario.

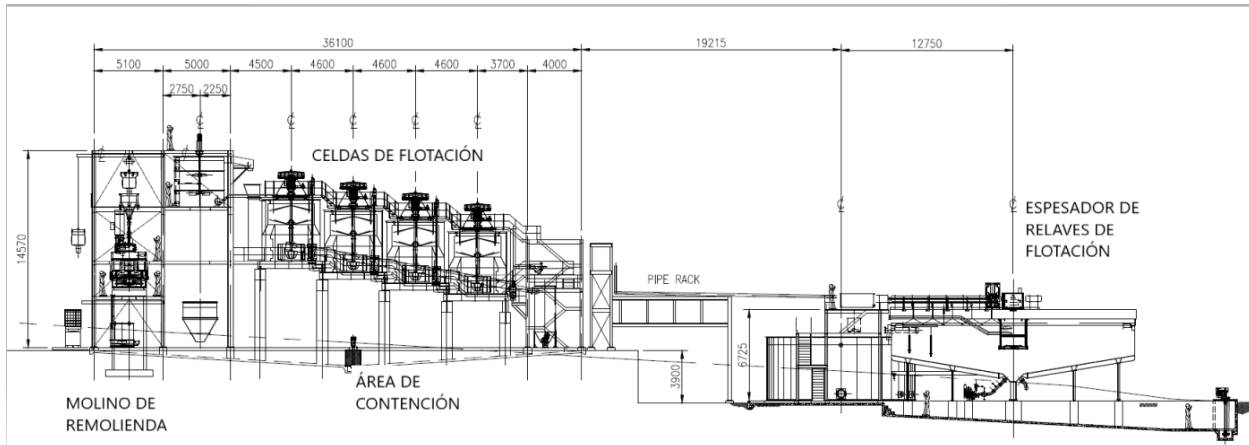


Figura 7-44 Distribución del Banco de Flotación de Desbastes de Cobre

Fuente y elaboración: MineralSED.CA, Metso.com

Flotación de Pirita

Se espesarán los relaves de desbastes de cobre y los relaves de los barridos de cobre en el espesador de relaves de cobre para recuperar la mayor parte del agua de pH alto con el fin de reciclarla en los circuitos de flotación y de desagüe de cobre. Se bombeará el flujo inferior del espesante de relaves de cobre al tanque de acondicionamiento de flotación de desbastes de pirita, donde se agregará agua de proceso de pH bajo. Se desbordará el tanque de acondicionamiento hacia la caja de alimentación de desbastes de pirita, en la cual se agregarán el MIBC y el colector de xantato de amilo y potasio (PAX), y se descargará la caja de alimentación en la primera de las seis celdas del tanque de flotación de desbastes de pirita ($6 \times 50 \text{ m}^3$).

Se conducen los relaves de las células de desbastes de pirita al espesante de relaves. Se conducirá el desbordamiento del espesante de relaves (agua de pH bajo) al tanque de recuperación de agua de pH bajo para usarlo como agua de dilución del molino de molienda primaria y reciclarla en los circuitos de flotación de pirita y de desagüe del concentrado de pirita.

Se conducirá el concentrado de desbastes de pirita al Cyclopac de concentrado de pirita a través de la caja de la bomba de concentrado de desbastes de pirita. Se conducirá el desbordamiento del Cyclopac a la caja de la bomba de alimentación del primer limpiador de pirita, mientras que el flujo inferior se transferirá a la caja de la bomba de alimentación del molino de remolienda de pirita.

El molino de remolienda de concentrado de desbastes de pirita generará un producto con P80 de $30 \mu\text{m}$ ($0,030 \text{ mm}$), que se combinará con el desbordamiento del Cyclopac. Se bombeará el flujo combinado a la caja de alimentación del primer limpiador de pirita y luego fluirá por gravedad a la primera de las seis celdas de flotación del primer limpiador ($6 \times 10 \text{ m}^3$), se agregarán MIBC y PAX a la caja de alimentación, y se conducirán los relaves del primer limpiador al espesante de relaves.

El concentrado de los primeros limpiadores será el concentrado final y se conducirá al espesante de concentrado de pirita. En el futuro, se ha previsto la instalación de un banco de barrido de limpiador ($2 \times 10 \text{ m}^3$) y un banco de celdas del segundo limpiador ($4 \times 10 \text{ m}^3$) y equipos asociados.

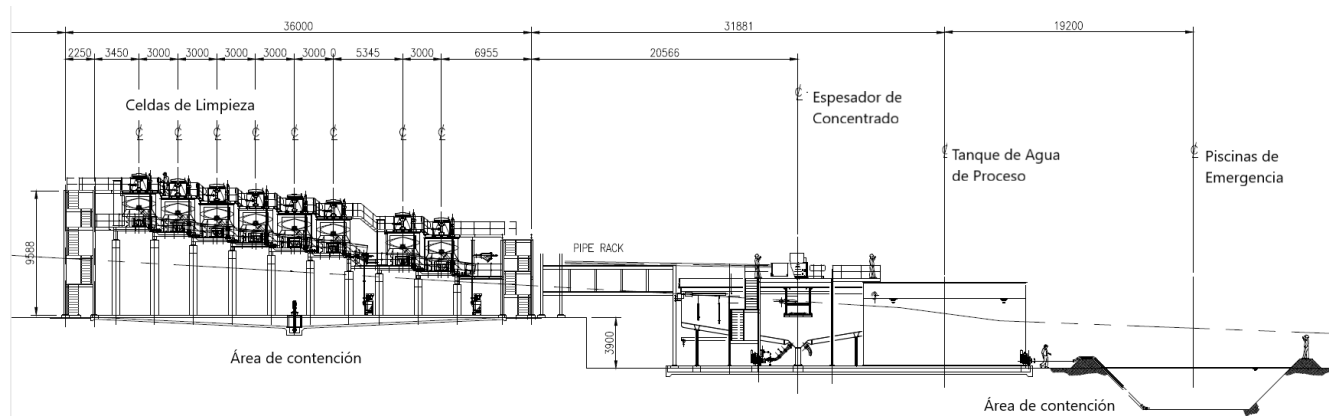


Figura 7-45 Distribución del Banco de Flotación del Primer Limpiador de Pirita

Fuente y elaboración: MineralSED.CA, Metso.com

7.2.3.1.4 Operaciones Generales y de Emergencia: Drenaje

Además de las operaciones normales, en algunos casos (p. ej., en mantenimiento) se podrá requerir el drenaje de cierta sección del circuito de recuperación de metal, por lo tanto, la planta de procesamiento tendrá una piscina de manejo de aguas de contacto (Figura 7-46) revestida que permite contener cualquier desbordamiento y luego devolverlo al circuito una vez que el circuito recupere su capacidad total.

Esta piscina estará dimensionada para aceptar 500 m^3 y estará equipada con sumideros y bombas (con respaldo) para evitar cualquier descarga al ambiente adyacente. Las bombas estarán conectadas al tanque de almacenamiento de agua de proceso y también a la piscina de manejo de aguas de contacto de la planta para contención de emergencia.

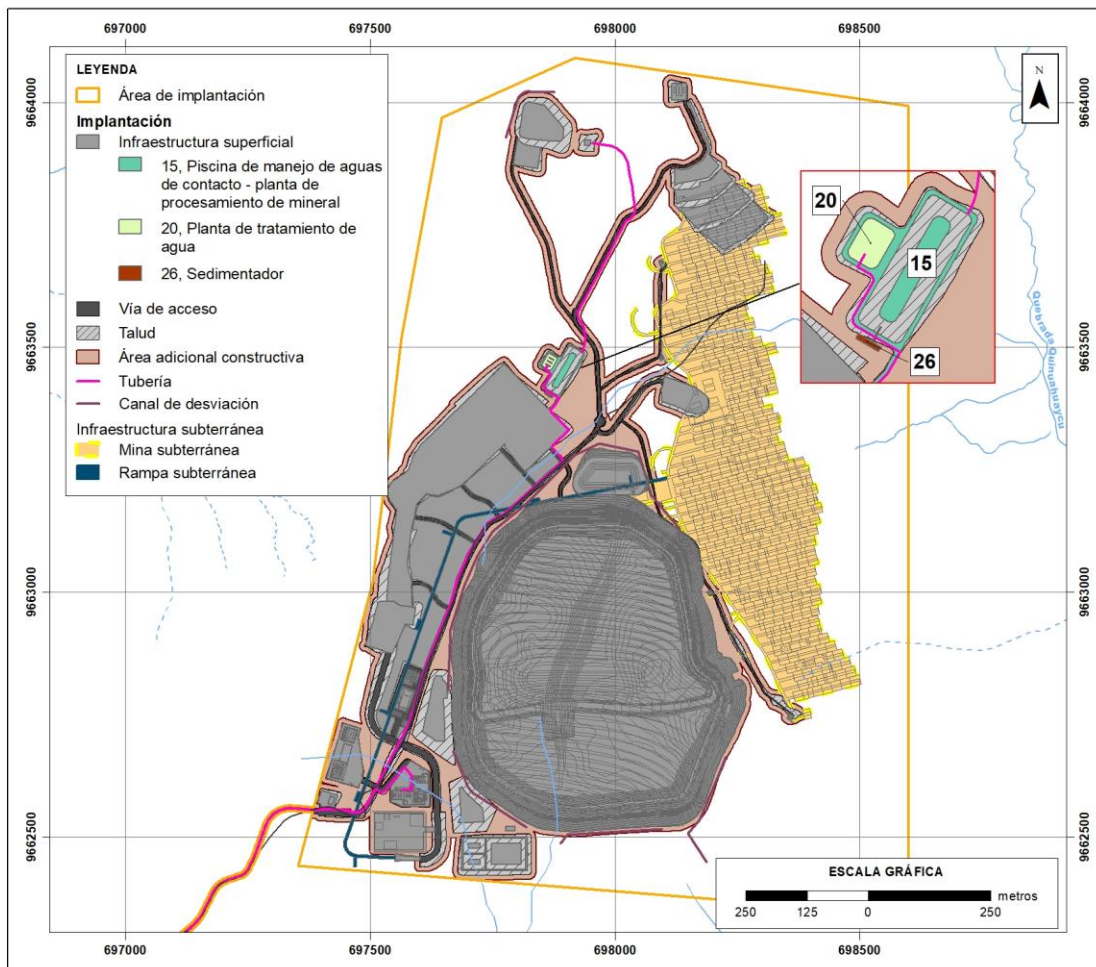


Figura 7-46 Piscina de Manejo de Aguas de Contacto-Planta de Procesamiento de Mineral

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Elaboración: Entrix, 2022 (ver Anexo B. Cartografía; mapa 7.1-1. Mapa de Implantación).

7.2.3.1.5 Desagüe/Drenaje

Tanto los flujos de relaves como los de concentrado de los bancos de flotación de cobre y pirita requieren desagüe.

Los espesantes permitirán que se produzca el desagüe inicial al crear un ambiente de tanque donde las partículas pesadas (de la pulpa) podrán depositarse en el fondo del tanque, esto se favorecerá mediante el uso de reactivos que promuevan la aglomeración de partículas para formar otras más pesadas que se hundan más rápidamente. El agua clarificada o limpia fluirá por la parte superior y volverá al proceso para su recirculación, mientras que la pulpa sedimentada se rastrillará al centro del tanque, donde se retirará para una mayor tasa de desagüe.

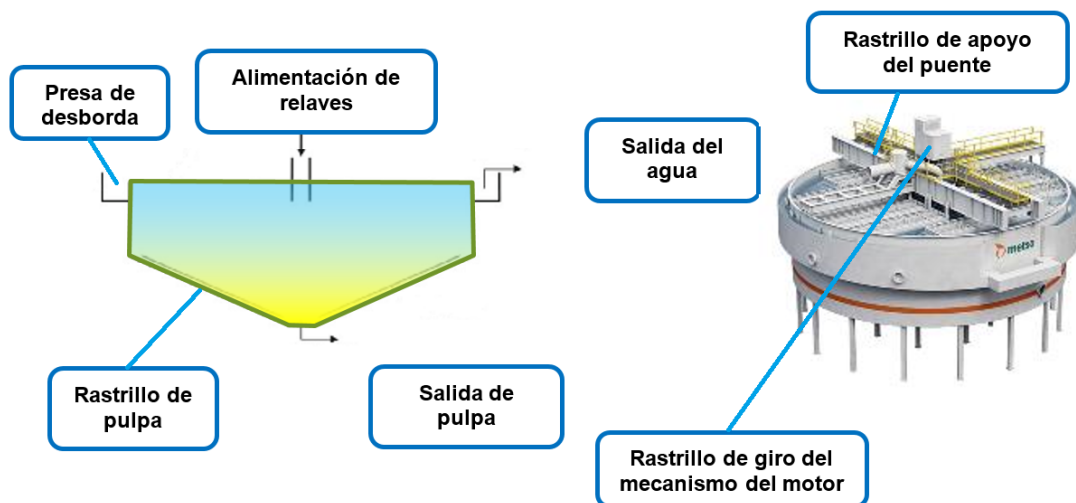


Figura 7-47 Operación Típica de Espesante

Fuente y elaboración: MineralSED.CA, Metso.com

Después de asentarse en espesantes separados, el concentrado de flotación de cobre, el concentrado de flotación de pirita y los flujos de pulpa de relaves se filtrarán para reducir aún más la cantidad de agua en cada uno.

Los filtros de placa y marco se llenarán con las pulpas espesas, que luego se exprimarán (relaves) y se soplarán con aire (concentrados) para secarse, con lo que se generará un producto de "torta seca" que podrá manipularse y cargarse en camiones. Se almacenará el producto filtrado (torta de filtro) en edificios con láminas separadas para evitar que la lluvia aumente el contenido de humedad (Figura 7-48).

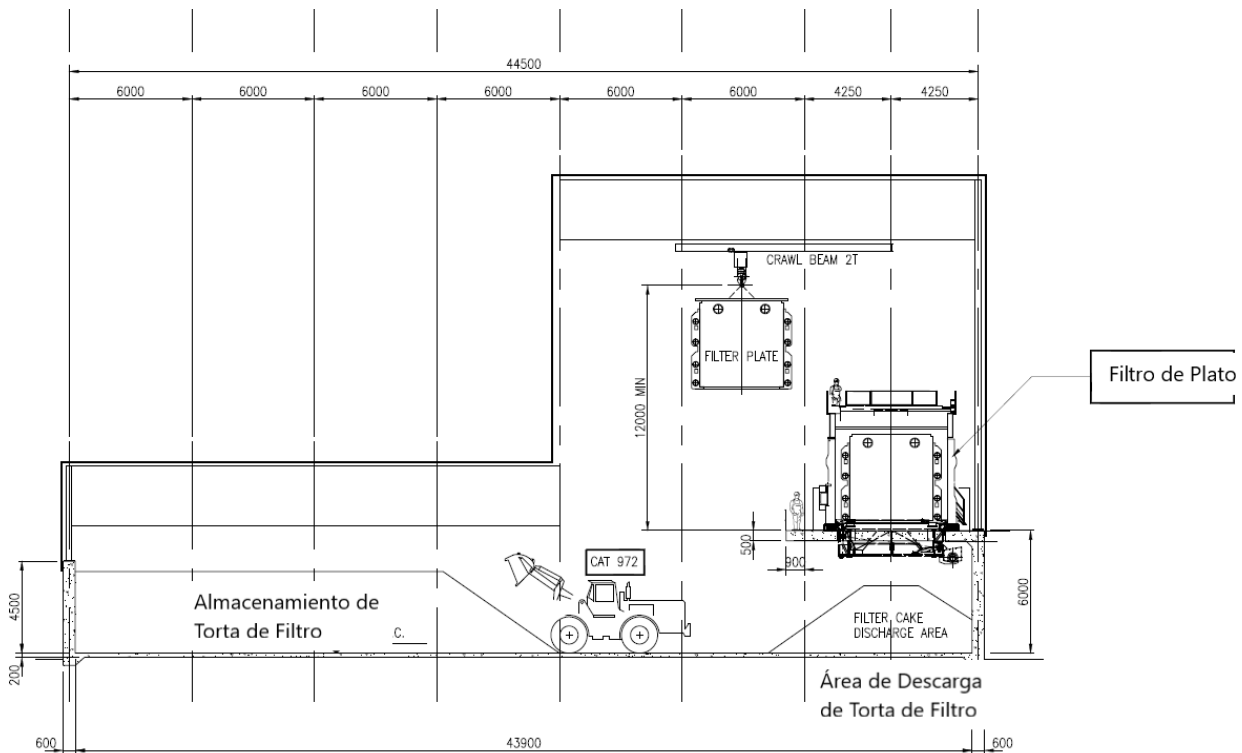


Figura 7-48 Distribución del Banco de Flotación del Primer Limpiador de Pirita

Fuente y elaboración: MineralSED.CA, Metso.com

Se presentarán los contenidos de humedad esperados y los volúmenes de los concentrados y relaves (Tabla 7-13).

Tabla 7-13 Volúmenes del Producto y Contenido de Humedad Esperados

Producto	Tasa de Producción	Contenido de Humedad
		(% por peso)
Concentrado de cobre	59 toneladas por día	8 - 12
Concentrado de pirita	647 toneladas por día	8 - 12
Relaves	2595 toneladas por día	15

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020
Elaboración: Entrix, 2022

7.2.3.1.6 Almacenamiento y Envío de Concentrados

La planta de procesamiento de mineral producirá dos concentrados, cuyos volúmenes se detallan en la Tabla 7-14.

Tabla 7-14 Producción y Transporte de los Concentrados

Producto	Toneladas/Día	Toneladas Totales sobre LOM	Requisito de Transporte al Puerto por Día
Concentrado de cobre	59	258 420	2
Concentrado de pirita	647	2 833 860	22

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020
Elaboración: Entrix, 2022

El concentrado de cobre será directamente descargado en supersacos, que posteriormente serán cargados en *containers* estándar de 20 pies y transportados a puerto para exportación. Esta área de carga corresponderá a un edificio cerrado con piso de concreto (Figura 7-49), para, de esta forma, evitar cualquier contaminación generada por lluvia y/o viento.

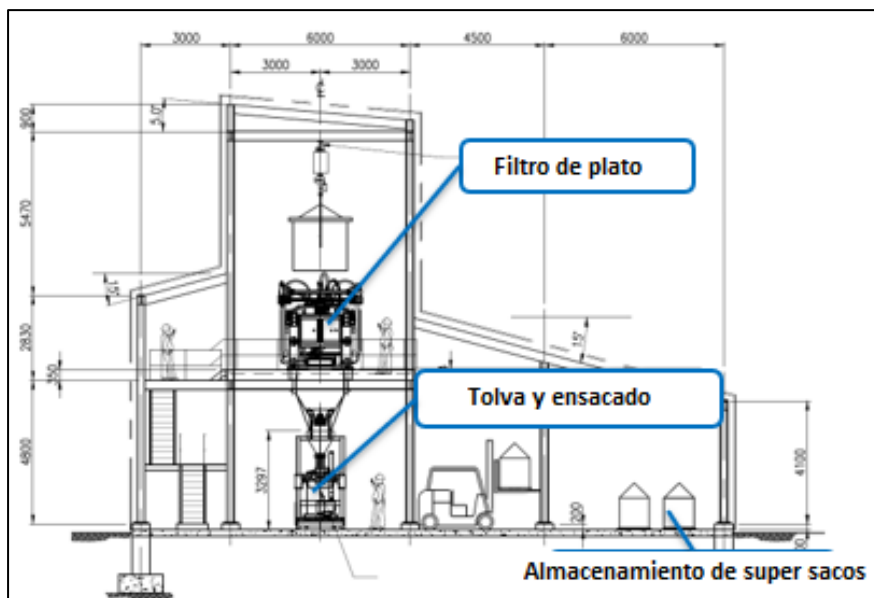


Figura 7-49 Distribución Típica de Edificio de Filtro para Concentrados de Cobre

Fuente y elaboración: MineralSED.CA, Metso.com

Es importante mencionar que el concentrado de cobre producido contendrá más del 10 % de arsénico y, por lo tanto, el producto deberá transportarse como un producto húmedo e inmediatamente limpiarse del piso y bombearse a un tanque de retención en caso de derrame. El concentrado se lavará con agua hasta un sumidero equipado con una bomba. El concentrado y el agua se bombearán al circuito de la planta para que pueda ingresar al espesador y luego volver a filtrarse.

Por otra parte, el concentrado de pirita será filtrado y almacenado también en un edificio cerrado, este tipo de concentrado será cargado directamente en camiones utilizando cargadores frontales; posteriormente, estos camiones transportarán el concentrado a un área separada de ensacado, que corresponderá a un edificio cerrado y tendrá los mismos procedimientos de ensacado que el concentrado de cobre descrito anteriormente, para así evitar todo potencial riesgo de contaminación.

Las cantidades de concentrado de pirita son demasiado altas para embolsarse eficientemente, por lo que se cargarán a granel en semivolquetes de 30 t, para transportarlos directamente desde el sitio. Los concentrados de pirita producidos también tendrán altos niveles de azufre.

Los concentrados de pirita se transferirán directamente a contenedores o recipientes grandes sellados para su transporte directo al puerto. Deberán lavarse los camiones y contenedores sellados que ingresen al edificio de carga de concentrado de pirita, antes de salir del edificio. Los operadores que trasladen el concentrado en el edificio del filtro necesitarán usar máscaras contra el polvo mientras se almacene el material en el edificio de almacenamiento. Los camiones serán lavados después de ingresar al edificio con el producto de limpieza de la pulpa bombeado al espesante de concentrado de pirita.

Para garantizar la seguridad en la carretera durante el viaje en pendiente hacia San Gerardo, todos los camiones deberán pasar una prueba de frenos antes de abandonar el sitio. Los apartaderos de emergencia regulares también estarán presentes en la sección mejorada del camino de acceso.

7.2.3.2 *Uso de Reactivos*

Las cantidades de los reactivos a utilizarse se detallan en el numeral 7.3 referente a los requerimientos del Proyecto; estos se transportarán al sitio, como polvo seco, y luego se mezclarán en el lugar para su uso en las diversas secciones de la planta de procesamiento. No se utilizará cianuro o ácido en el proceso de extracción.

Se utilizará cal hidratada o hidróxido de calcio (CaOH_2) en el circuito para el control del pH de la pulpa; esta se entregará a granel y se almacenará en un silo antes de mezclarse con agua; luego se dosificará en el circuito de molienda y de flotación de cobre.

Se usará el floculante MF250 de BASF en los espesantes para aumentar las tasas de sedimentación en los espesantes de concentrado y relaves. Se entregará el producto en forma de polvo grueso en bolsas de 25 kg. Dado que el producto es muy resbaladizo, debe limpiarse del piso de inmediato después de mezclarse con agua, además se colocará arena en la parte superior del área para reducir la posibilidad de resbalarse.

El colector de cobre Aerophine 3418A es un colector específico de minerales de cobre utilizado en la industria minera, que también se conoce como di-isobutil-ditiofosfinato de sodio (solución al 50 %) y es un ditiofosfinato ($\text{C}_8\text{H}_{18}\text{PS}_2\text{Na}$). En caso de incendios, se deberá usar rociado de agua, dióxido de carbono o productos químicos secos. El producto deberá almacenarse en un edificio cubierto y en un ambiente fresco.

El PAX (el xantato de amilo y potasio) es un colector de moléculas de cadena pesada que se utiliza en la recolección no selectiva de minerales de sulfuro en la flotación convencional. También se conoce como ácido carbonoditioico, éster de O-pentilo, sal de potasio, pentil xantato de potasio o isoamil-xantato de potasio. El producto se entrega en forma de gránulos en bolsas de 25 kg o tambores de 200 kg para mantener el producto seco, ya que es susceptible a la combustión espontánea. Luego, se mezcla en una solución de agua dulce de hasta aproximadamente 10 % de sólidos en peso y se almacena en un tanque de retención antes de ser dosificada en el circuito de flotación. Dado que se deben evitar todas las fuentes de ignición y se pueden formar nubes de polvo inflamables en el aire, este producto se debe almacenar en un edificio abierto bien ventilado que esté cubierto, pero alejado de otros productos químicos.

El MIBC es un espumante de uso común utilizado en la flotación de sulfuro convencional, que se entregará en contenedores de 1000 L, y se dosificará directamente sin diluir en las celdas del tanque de flotación. Se almacenará el producto lejos del sol en un edificio cubierto.

Los reactivos se guardarán y dosificarán desde dos edificios separados de reactivos de polvo seco y líquido húmedo, que se detallan en la sección 7.2.6.2 Almacenamiento de Sustancias Químicas.

7.2.3.3 *Instalaciones de Soporte*

Las instalaciones de soporte de procesamiento estarán ubicadas en toda la planta para brindar servicios a las diferentes áreas de proceso:

- > El aire comprimido circulará desde una estación central de compresores y se aumentará con receptores de aire para proveer una capacidad de amortiguación.
- > Se distribuirá el agua potable a todos los edificios de servicios, salas de operadores, duchas de seguridad y puntos de agua potable. El agua potable también se usará en el sistema de mezcla de reactivos.

- > Existirá un sistema de agua de lucha contra incendios, que distribuirá agua a presión a hidrantes y carretes de manguera en todo el sitio, lo que garantizará la seguridad. Este sistema estará constantemente disponible, ya que será la parte inferior del tanque de agua dulce y tendrá generadores de respaldo para alimentar las bombas en caso de una falla eléctrica.
- > El sistema de distribución eléctrica proveerá de energía a todas las áreas de la planta y de la mina subterránea. La mayoría de los cables se pasarán por encima de la superficie en bandejas de cables desde los centros de control de motores (MCC, por sus siglas en inglés) ubicados centralmente a lo largo de los bastidores de tuberías hasta los motores e instrumentos individuales.

El laboratorio del sitio procesará minerales y muestras para presentar información a las operaciones y registros contables de metales, y utilizará una variedad de productos químicos y gases para realizar las diversas pruebas. Los productos descartados de estos procesos serán captados y tratados antes de su descarga incontrolada:

- > Los desechos solubles serán captados, neutralizados y enviados a la planta de tratamiento de agua.
- > Se eliminarán de los gases los contaminantes antes de ser emitidos a la atmósfera.
- > Los residuos sólidos se recogerán, neutralizarán y se enterrarán en la parte revestida de la instalación de manejo de residuos.

7.2.3.4 Control de Ruido

Para controlar el ruido generado por la maquinaria, en este proceso se aplicarán las siguientes estrategias:

- > **Planta:** Se usarán barreras acústicas durante la construcción de esta planta para trabajos ruidosos (por ejemplo, remachado).
- > **Trituradora:** Por la naturaleza de su operación, parte de la trituradora debe ser accesible para transportar camiones que arrojarán el mineral hacia la trituradora. Dada la limitación de accesibilidad, la trituradora se colocará en un edificio con tres lados y un techo. Esto proporciona protección contra el clima, reduce el polvo y reduce el ruido ambiental.
- > **Molino de bolas:** Este es un equipo relativamente grande, pero con controles sensibles y un gran motor eléctrico. Para proteger la maquinaria del clima en el páramo, se alojará en el “edificio del molino”. Este edificio no solo protege la maquinaria del clima, sino que también actúa para atenuar el ruido generado por el molino de bolas, y para permitir que el trabajo de mantenimiento y cualquier otra actividad cumplida por los trabajadores sea en condiciones secas.
- > **Filtros de concentrados:** Los filtros utilizados son sensibles a las acciones del clima; además, los filtros generan ruido cuando se “liberan” durante la operación. Para proteger los filtros y reducir el ruido ambiental, los filtros se alojarán en el “edificio de filtros”.
- > **Personal:** En todos los casos en que se requiera que las personas trabajen en áreas ruidosas, se les proporcionará equipo de protección personal.
- > Los edificios serán estructuras de acero revestidas con láminas de metal con techos de metal. El edificio que cubre el molino de bolas (Figura 7-50) estará equipado con ventanas que pueden abrirse para ventilación. Los edificios serán ruidosos, por lo que se requerirá que el personal que trabaja en estos use protección auditiva, además del otro equipo de protección personal.



Figura 7-50 Ejemplo de un Molino de Bolas dentro de un Edificio Revestido con Lámina (vista interna)

Fuente: Vipeak Smart Mining Machinery



Figura 7-51 Ejemplo de Filtros dentro de un Edificio Revestido con Lámina

Fuente: Andritz group

Para fines operativos, solo es posible cubrir la trituradora con un edificio con tres lados. El cuarto lado se deja abierto para permitir que el camión de carga arroje el mineral hacia la trituradora. Un ejemplo de una trituradora cubierta se muestra en la Figura 7-52.



Figura 7-52 Ejemplo de un Molino de Bolas dentro de un Edificio Revestido con Lámina (vista externa)

Fuente: Vipeak Smart Mining Machinery

7.2.4 Instalaciones para Manejo de Relaves

Como resultado de la obtención de los concentrados comerciables, la planta de procesamiento de minerales generará los relaves como otro producto, aunque concretamente este constituye un desecho; dentro del PLL los relaves se dispondrán de dos maneras: mediante una relavera dedicada, ubicada en la superficie, y por medio del relleno de la mina subterránea, a través de la instalación de relleno de pasta (relaves cementados fluidos).

Tabla 7-15 Instalaciones para Procesamiento de Minerales

Infraestructura/Instalaciones	Área (ha)	Coordenadas WGS84 Zona 17 Sur	
		Este (m)	Norte (m)
Relavera	32,86	697952,50	9662839,95
Piscina de manejo de aguas de contacto-relavera	1,22	697990,41	9663240,70
Planta de relleno en pasta	0,47	698141,41	9663399,89

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020
Elaboración: Entrix, 2022

7.2.4.1 Relavera

Luego del proceso metalúrgico, los relaves serán espesados y filtrados, para reducir el contenido de agua a humedades cercanas al valor óptimo de compactación y, finalmente una fracción serán colocados superficialmente en la relavera (Figura 7-54), mientras que otra fracción de relaves serán transportados a la planta de relleno en pasta para su posterior colocación en forma de relleno fluido de relaves cementado al interior de la mina subterránea.

Los relaves filtrados serán transportados a la relavera a una tasa promedio aproximada de 1300 t diarias mediante camiones, para lo cual se ha estimado que la operación se realizará utilizando una flota de hasta tres camiones tipo CAT 730 o similar. Se ha considerado la construcción de un camino minero en relleno por sobre la geomembrana y los sistemas de colección y drenaje para proteger tanto las tuberías como la geomembrana.

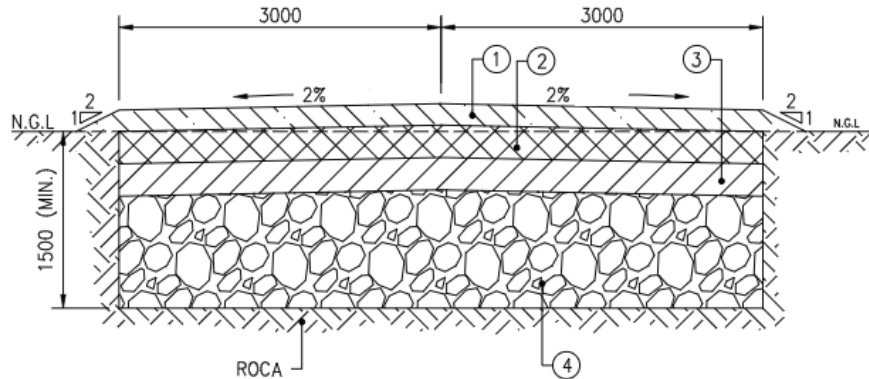


Figura 7-53 Diseño típico para la construcción de las rutas internas

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

El camino minero, al igual que las demás rutas internas, contará con cuatro capas:

1. La capa superior de la vía de 200 mm de espesor es una capa de material triturado, a menos de 50 mm, y compactado a una densidad no menor a 100 % Proctor estándar (SPDD Proctor standard Dry Density).
2. La segunda capa, base gruesa granular, de 300 mm de espesor, es una capa en material granular tipo "A" compactado por capas de no más de 150 mm de espesor, igualmente a una densidad de 100% SPDD.
3. La tercera capa, subbase granular, de 300 mm de espesor, es una capa en material granular tipo "B" compactado a una densidad de 98% SPDD.
4. La capa inferior, de mínimo 700 mm de espesor, es una capa en material grueso compactado cada 200 mm máximo, a una densidad de 98% SPDD.

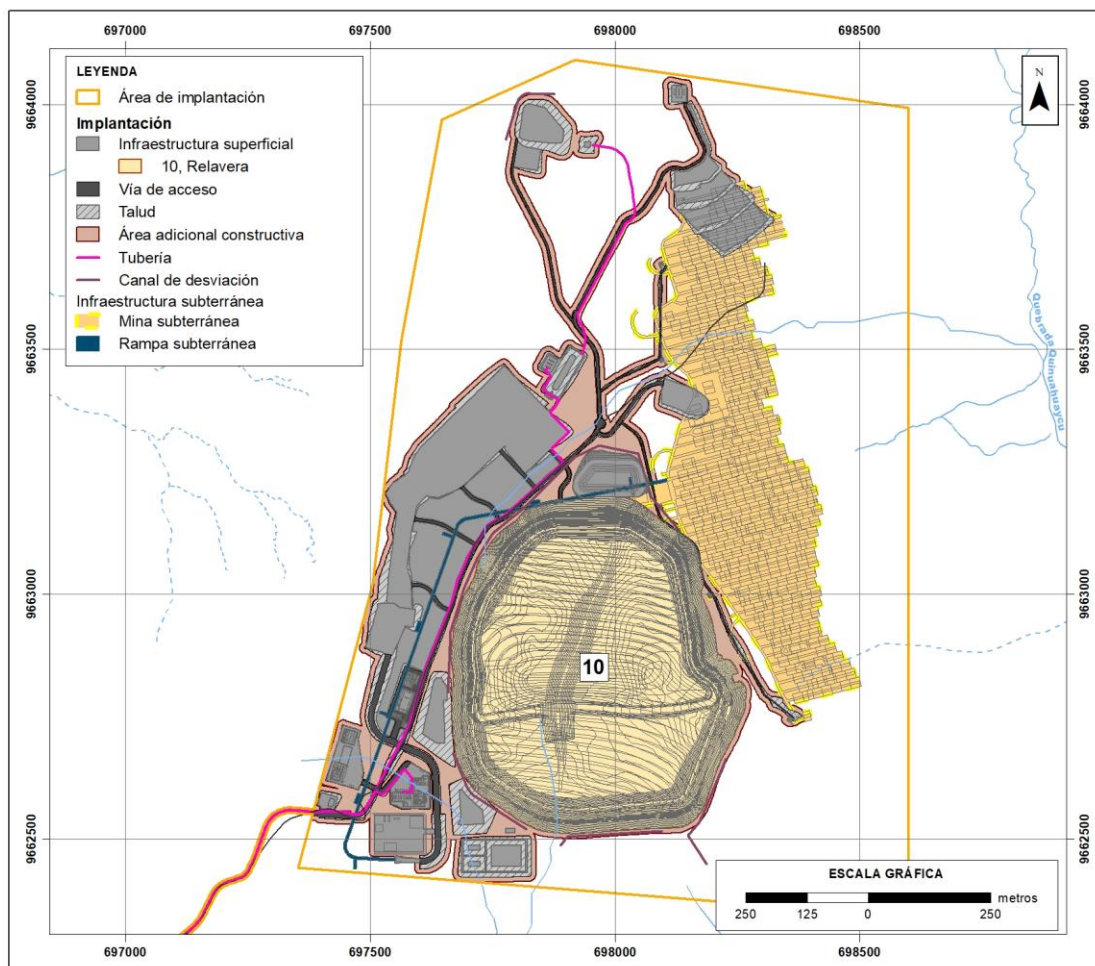


Figura 7-54 Ubicación de la Relavera

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Elaboración: Entrix, 2022 (ver Anexo B. Cartografía; mapa 7.1-1. Mapa de Implantación).

La relavera propuesta está ubicada de acuerdo a la metodología Pfafstetter, en la Unidad Hidrográfica Nivel 6: 499829, microcuencas denominadas como D1 Bombas, MA2, Quinuahuaycu y Calluancay dentro de la vertiente del Amazonas, de acuerdo con la división de unidades hidrográficas y microcuencas (Anexo B. Cartografía, Mapa 6.1-14); el sector escogido está dentro de la concesión minera Río Falso, y es adyacente a las instalaciones de la mina subterránea y la planta de procesamiento de mineral (aproximadamente a 500 m al sur).

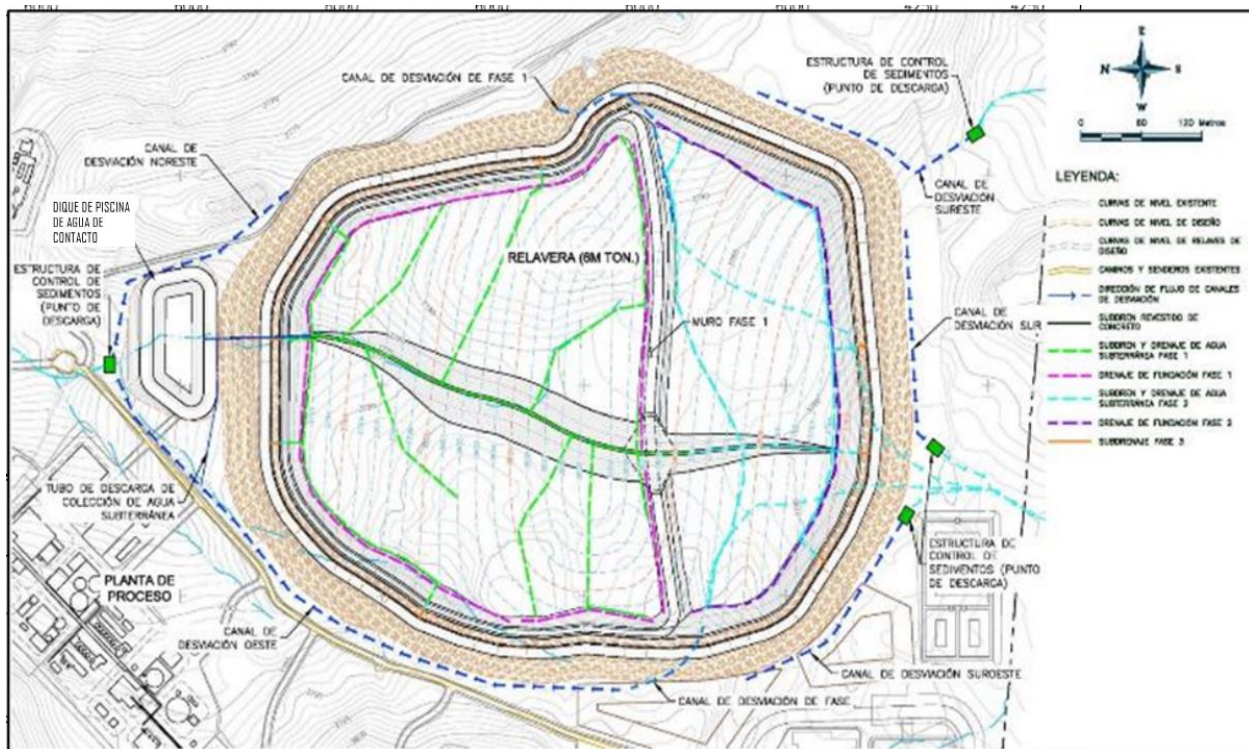


Figura 7-55 Planta General de la Relavera

Fuente y elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Los principales elementos que componen el diseño de la relavera corresponden a:

- > Acopios de suelo orgánico.
- > Caminos de acceso.
- > Sistema de impermeabilización de cubeta y muro.
- > Sistema de colección interna de aguas lluvia.
- > Sistema de colección de aguas superficial (bajo la impermeabilización basal).
- > Sistema de colección de subdrenaje (sobre la impermeabilización basal).
- > Piscina de agua de contacto equipada con un sistema de detección y colección de fugas y recuperación de aguas.

7.2.4.1.1 Criterios de Diseño

A continuación, se señalan las bases de diseño utilizadas durante la etapa de factibilidad para la relavera.

Capacidad de la Relavera y Tasa de Depositación

La vida útil y productiva del Proyecto (LOM, por sus siglas en inglés) estimada es de aproximadamente 12 años, es así que se proyecta que al cabo de la vida útil del Proyecto se producirán alrededor de 10,3 millones de toneladas (Mton) secas de relaves.

De acuerdo con el actual plan minero y el uso de los relaves como relleno en la mina, se asume que cerca de un 53 % de la producción total de relaves será depositada superficialmente en la relavera a lo largo de la LOM, alcanzando un total aproximado de 5,5 Mton secas de relaves filtrados; el 47 % restante de relaves

producidos, equivalente a cerca de 4,8 Mton secas, serán depositados como relleno en la mina subterránea.

El diseño de la relavera considera una construcción diferida en tres fases (Figura 7-56) con el objetivo de limitar el área utilizada acorde al desarrollo de la mina, permitiendo así una administración eficiente del capital de Proyecto. Las tres fases de la relavera (1, 2 y 3) han sido diseñadas con una capacidad acumulada de aproximadamente 1,6, 4 y 6 Mton (secas) de relaves filtrados, respectivamente, considerando una capacidad adicional a la requerida, de aproximadamente 0,5 Mton de relaves, permitiendo así la inclusión de incrementos en cantidad de mineral a procesar a lo largo de la vida útil del Proyecto.

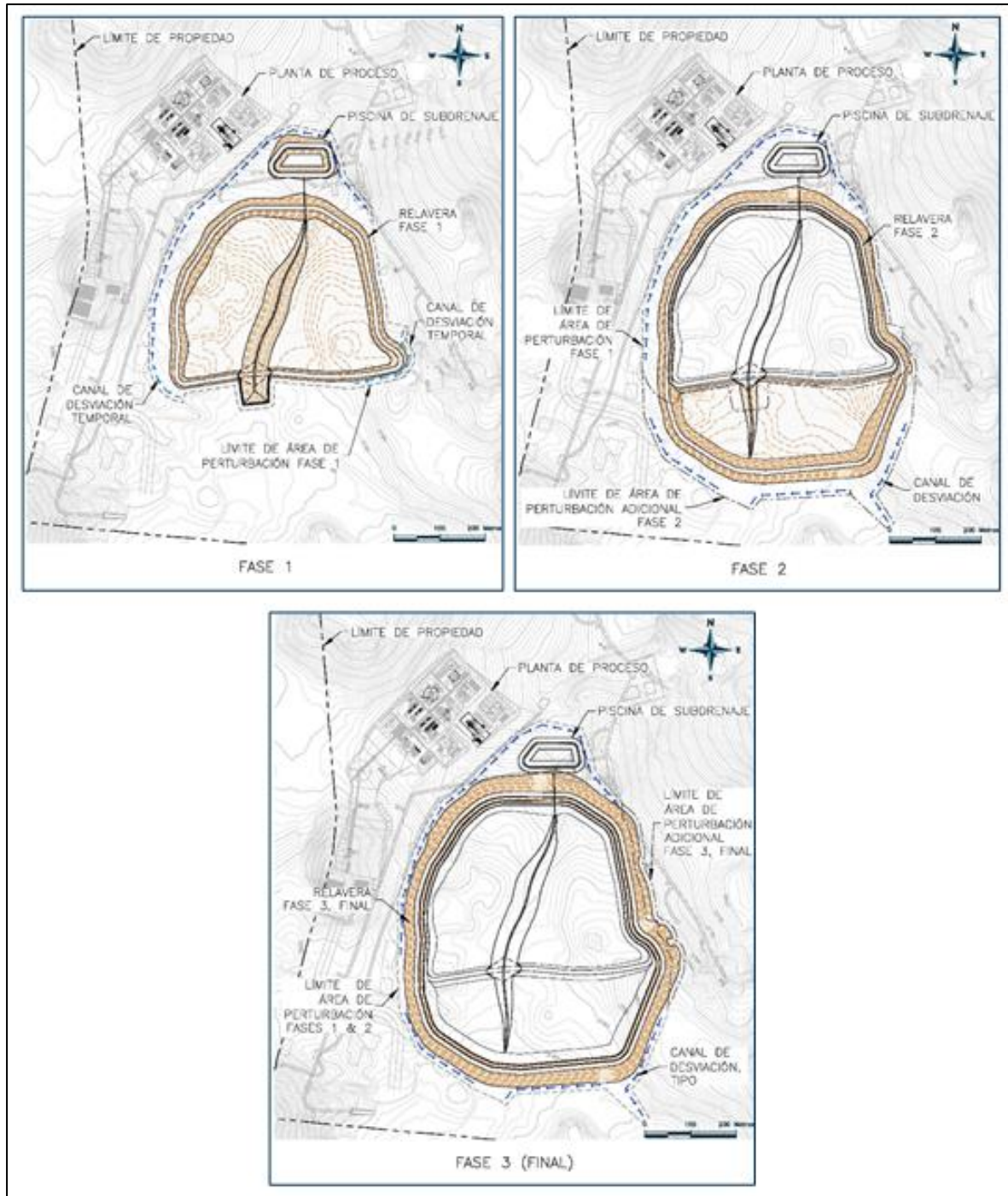


Figura 7-56 Fases de Construcción de la Relavera

Fuente y elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Bases de Diseño Hidrológico

El diseño de la relavera incluye elementos para limitar el ingreso de escorrentías superficiales y de aguas lluvia y, además, manejar el agua lluvia al interior de la relavera.

Los elementos así establecidos, que constituyen el sistema de manejo de agua, se detallan en el numeral 7.2.4.1.3.

Bases de Diseño Geotécnico

El diseño desarrollado a nivel de factibilidad requiere que todos los muros sean fundados en roca competente, es así que todo el andosol superficial, suelos superficiales o roca meteorizada deberá ser removida previo a la colocación de los rellenos compactados para la construcción del muro, y serán acopiados para un futuro uso en el cierre de la instalación, los acopios de suelo orgánico serán dispuestos adyacentes a la relavera en el sector norte.

El relleno primario del muro estará compuesto por un enrocado competente proveniente de las excavaciones para las cubetas de las fases 1 y 2, de la construcción de caminos, de la planta de procesamiento de mineral y de la mina o de canteras o empréstitos cercanos. En la siguiente figura se indican las concesiones mineras no metálicas, distancia al PLL y tipo de material que se pueden utilizar para el PLL, siempre y cuando cuenten con los permisos respectivos.

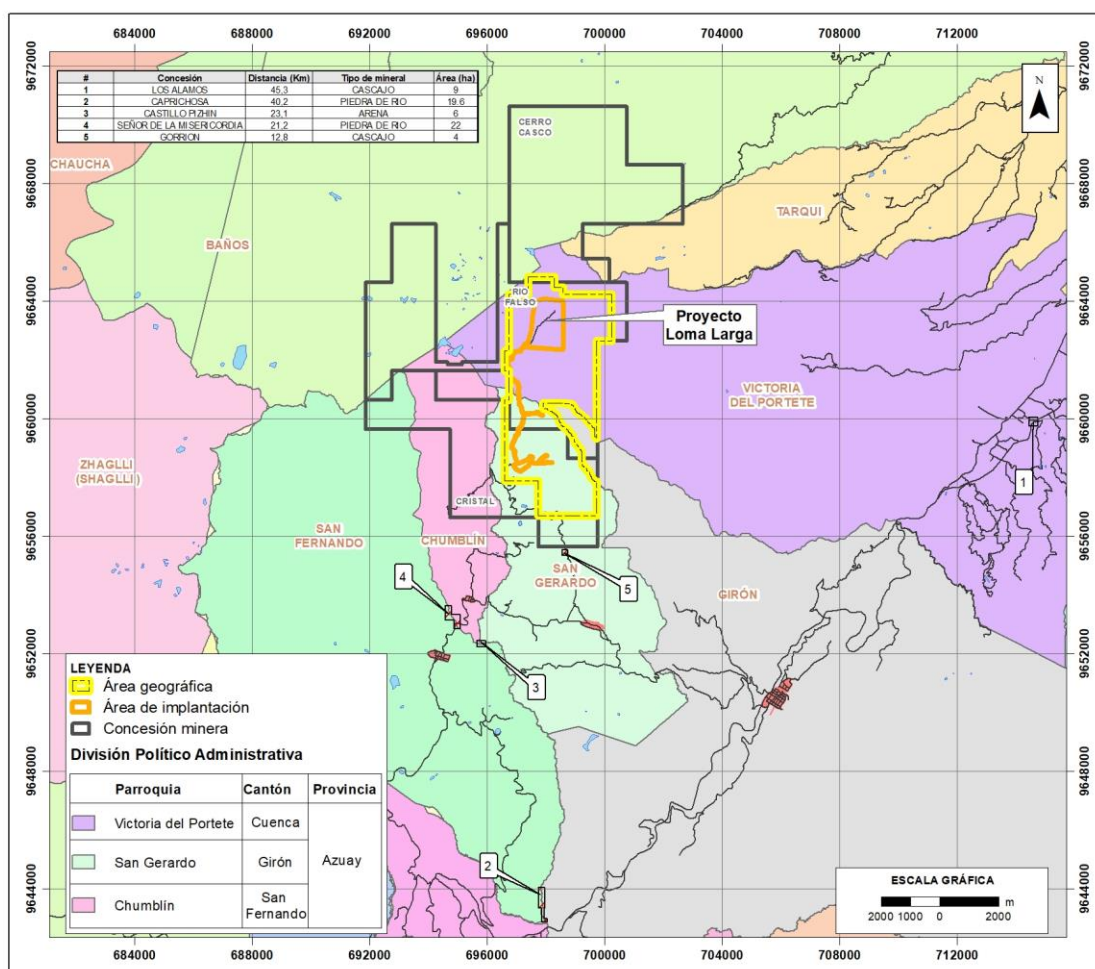


Figura 7-57 Concesiones Mineras No Metálicas cercanas al PLL

Fuente: ARCMERNR, 2022

Elaboración: Entrix, 2022

- > Para el análisis de estabilidad de taludes, los factores de seguridad mínimos aceptables para condiciones estáticas y pseudoestáticas fueron establecidos como 1,5 y 1,0 respectivamente. Estos criterios de aceptabilidad están en cumplimiento con las recomendaciones del “Canadian Dam Association” (CDA, 2007; 2013; 2014; 2016) y otros estándares internacionales.

El tipo de material a utilizar se deduce de la caracterización del sitio geotécnico de Loma Larga ha incorporado registros geológicos y geotécnicos de testigos y pruebas de resistencia de laboratorio. La revisión detallada y los análisis de todos los datos disponibles han servido de base para las siguientes conclusiones:

La calidad de la roca está estrechamente asociada con el tipo de alteración:

- > El suelo silicificado es en promedio muy fuerte (UCS = 150 a 250 MPa), y de buena calidad de masa rocosa.
- > El suelo argílico avanzado es en promedio fuerte (UCS = 50 a 80 MPa), y de calidad de masa rocosa de regular a buena.
- > El suelo propilítico es en promedio medio fuerte (UCS = 30 a 50 MPa), y de buena calidad de masa rocosa.

El medio de transporte para transportar el material, estará compuesto de camión de hasta 60 toneladas u otros que brinden la flexibilidad y la movilidad necesaria para esta operación. Ahora, las distancias desde las canteras o empréstitos serán variables desde 15km., y donde producto de la operación del proyecto se dinamice las alternativas.

Es así que se analizará muestras representativas de los materiales propuestos para determinar las características de compactación de laboratorio de acuerdo con la prueba Proctor modificada (ASTM D1557 o equivalente). Además, todos los materiales de relleno deben ser caracterizados con granulometría y límites de Atterberg de acuerdo con las normas ASTM D6913 y D4318 (o equivalente), respectivamente.

7.2.4.1.2 Caracterización de Sitio y Relaves

Caracterización Geotécnica

El área de la relavera está comprendida por una serie de depresiones y áreas sumergidas poco profundas, que son el resultado de la existencia de napas freáticas cercanas a la superficie asociadas al páramo, que corresponden a una unidad hidrogeológica compuesta por materiales fluviales en estado de saturación.

Las condiciones subsuperficiales a través del área propuesta para la relavera y de la piscina de agua de contacto son variables, y están condicionadas por la topografía existente del sector. Las depresiones naturales fueron caracterizadas con depósitos de suelo vegetal de mayor espesor, mientras que, en elevaciones mayores, se encontró materia orgánica en considerablemente menores cantidades y afloramientos rocosos en áreas particulares.

En general, los materiales encontrados en calicatas poco profundas realizadas en los estudios previos incluyen una capa de 0,5 m a 3 m de profundidad de suelo vegetal o andosol sobre estratos de dacita y andesita meteorizada (Geominingold, 2020). El andosol fue clasificado como limo, arena limosa y grava limo-arcillosa de alta plasticidad y, en general, no compresible. El estrato de roca meteorizada tiene consistencias y resistencias mecánicas que van desde arcilla moderadamente dura a roca blanda, hasta roca competente, dependiendo del nivel de meteorización.

Caracterización Física

Las propiedades índice y mecánicas de los relaves rougher fueron medidas por ensayos de laboratorio (Anexo H. 4 TM. Relaves Rougher - Resumen de Pruebas Geotécnicas de Laboratorio), cuyos resultados indicaron lo siguiente:

- > La granulometría de partículas fue de aproximadamente 15 % de partículas finas tamaño arena, 75 % partículas tamaño limo y 10 % de partículas tamaño arcilla (Paterson & Cooke, 2018).
- > La muestra de relaves es no-plástica.
- > El ángulo de fricción obtenido de ensayos triaxiales, consolidado no-drenado, va desde 32 a 36°. La respuesta de resistencia al corte no-drenada fue modelada con una razón de resistencia al corte no-drenada de 0,25.
- > La conductividad hidráulica estimada para la muestra de relaves rougher corresponde a aproximadamente 1×10^{-5} cm/s.

Otras características de los relaves que fueron asumidas para el diseño de la relavera son:

- > Contenido de humedad geotécnica a la salida de la planta de filtros de 18 %.
- > Densidad seca de colocación de relaves de 1,6 t/m³.
- > Peso específico de los sólidos de 2,62.

Caracterización Geoquímica

Como parte del diseño de factibilidad de la relavera, se realizó la caracterización geoquímica de muestras de relaves *rougher* y relaves limpios, con el objetivo de determinar el potencial de generación de drenaje ácido y de disolución de metales de los relaves dentro de la relavera.

Para los ensayos, se sintetizó una muestra compuesta conformada por aproximadamente 10 kg de relaves *rougher* y relaves limpios, la cual sería representativa del yacimiento de mineral a explotar. El programa de laboratorio incluyó ensayos estáticos (contabilidad ácido-base [ABA], pH en pasta, pH de generación neta de ácido [NAGpH] y análisis elemental), ensayos especializados (análisis de decante, análisis completo de roca, mineralogía y extracción por frasco de agitación) y ensayos cinéticos (ensayos de celdas de humedad de 20 semanas [HCT]).

Los resultados de los ensayos geoquímicos de relaves indicaron lo siguiente:

- > De acuerdo con los resultados de los ensayos ABA, ambos relaves fueron clasificados como potencialmente generadores de ácido (PGA) en base al bajo potencial de neutralización neta, bajas tasas de potencial de neutralización, elevado nivel de sulfuro, bajo pH en pasta y bajo NAGpH.
- > Los resultados de ensayos de disolución sugieren que los relaves rougher podrían lixiviar componentes de potencial preocupación (COPC) a concentraciones que excederían estándares relevantes de calidad de agua, incluyendo: aluminio, arsénico, cadmio, cromo, cobalto, cobre, hierro, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, plomo, selenio, sulfato, talio y cinc.
- > De acuerdo con los resultados de ensayos HCT, ambos relaves son clasificados como PGA, en concordancia con los resultados de los ensayos ABA. Los resultados obtenidos por HCT exhibieron drenaje ácido ($\text{pH} < 6$) durante la totalidad del ensayo, como se muestra en la Figura 7-58. Los COPC identificados en los flujos de HCT son consistentes con los otros ensayos.

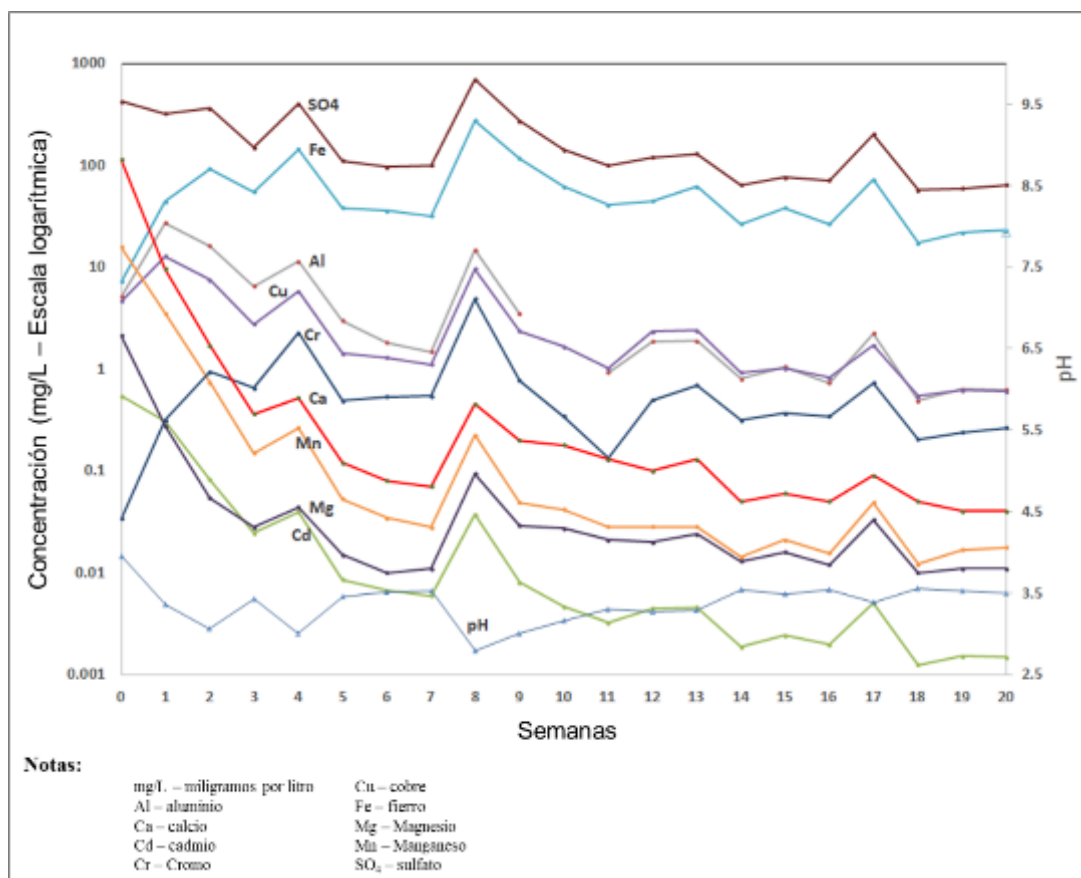


Figura 7-58 Resultados de los Ensayos de Celda de Humedad para Relaves Rougher

Fuente y elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Los resultados obtenidos confirman las conclusiones previas presentadas en el Estudio de Prefactibilidad (RPA, 2016), que indican que será necesario colectar y tratar aguas impactadas dentro de la relavera y de la piscina de manejo de aguas de contacto de la relavera. Con base en estos resultados, la relavera ha sido diseñada como un sistema encapsulado, incorporando un sistema de impermeabilización basal con geomembrana de polietileno de alta densidad (HDPE por su sigla en inglés) en toda la base y las caras interiores de los muros perimetrales, además de sistemas de drenajes basales para recolectar toda el agua de contacto y conducirla hacia la piscina de manejo de aguas de contacto de la relavera, desde donde es finalmente bombeada hacia la planta de tratamiento de agua de contrato, como lo muestra la Figura 7-96, la Figura 7-97 y la Figura 7-98.

Estabilidad Física

La estabilidad de taludes de la relavera fue evaluada a por medio de dos secciones generales, a través de los muros de contención, incluyendo una sección en dirección norte-sur y una sección en dirección este-oeste, tal como se muestra en la Figura 7-59.

Tanto para el caso intermedio al final de la Fase 1 como al final de la Fase 3, el nivel de relaves se encuentra a la elevación máxima bajo la revancha. Dado que la totalidad de la superficie de la relavera será impermeabilizada con geomembrana, el análisis asume que el muro se mantendrá en condiciones no saturadas durante toda la vida útil de la estructura.

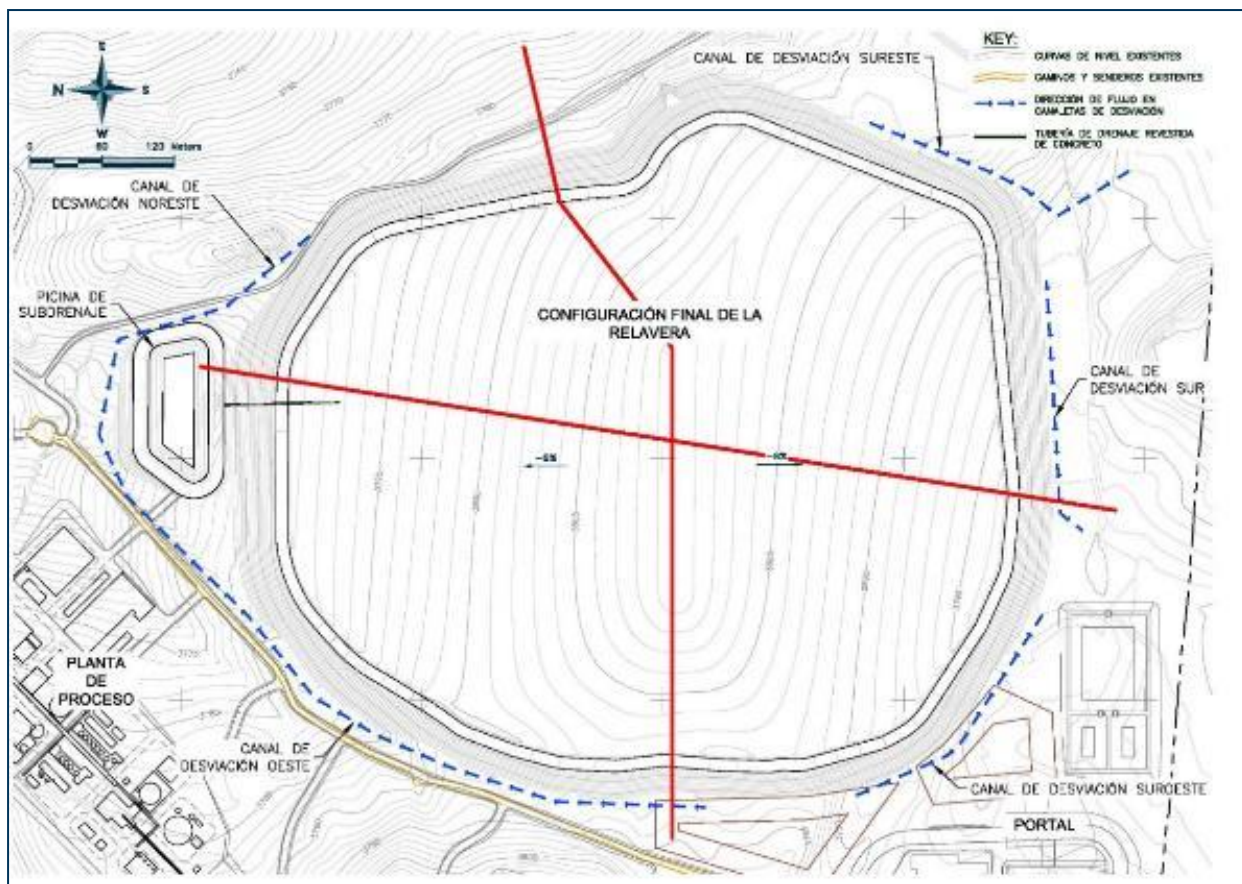


Figura 7-59 Ubicación de Secciones para el Análisis de Estabilidad

Fuente y elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Las evaluaciones de estabilidad indican que los factores de seguridad admisibles son cumplidos para el caso estático de carga, tanto en los casos intermedios de Fase 1 y Fase 2 como en la configuración final de Fase 3, en condiciones de largo plazo, a su máxima capacidad de almacenaje de relaves.

Se realizaron análisis pseudoestáticos para los casos de la Fase 1 y la Fase 2, incluyendo el caso del sismo máximo creíble (MCE) para la configuración final de la Fase 3. El coeficiente horizontal sísmico asumido para los análisis pseudoestáticos corresponde a un medio de la aceleración máxima del suelo (PGA).

Dado que la estructura está ubicada dentro de un área sísmicamente activa, las evaluaciones pseudoestáticas indican que es posible que se generen ciertas deformaciones durante el evento sísmico de diseño; por lo tanto, se desarrollaron análisis de desplazamientos para estimar la magnitud de las deformaciones del muro resultantes durante estos eventos.

Los resultados del análisis de desplazamientos indican que podrían ocurrir movimientos de material de hasta 3 m de deformación en la superficie de relaves a lo largo del sector sur de Fase 1 para el sismo operacional; sin embargo, estas deformaciones se encontrarían confinadas por la berma temporal de Fase 1 y no resultaría en derrames fuera del área de contención. Las deformaciones en el largo plazo para el caso del sismo máximo creíble en la configuración final de la relavera serían menores a un metro, y estarían ubicadas principalmente en el talud externo de los muros de enrocado perimetral y, de igual forma, estos no implicarían derrames de relaves fuera del área de contención.

Se desarrolló, además, una evaluación de los asentamientos potenciales máximos del muro de la relavera utilizando un análisis de asentamientos elásticos y una estimación conservadora del módulo de elasticidad promedio de la roca subyacente con base en los datos de laboratorio específicas del sitio, dado que los muros estarán soportados directamente sobre roca competente. De acuerdo con este análisis, los asentamientos potenciales máximos no serían mayores a 3 cm en la sección más crítica, directamente bajo el coronamiento del muro. Es esperable que los asentamientos sean aún menores en las secciones de muro con espesores menores de relleno.

7.2.4.1.3 Sistemas de Manejo de Agua

Manejo de Aguas Subsuperficiales

El sistema de manejo de aguas subsuperficiales consiste en una red de drenajes que se dispondrán bajo la geomembrana de la relavera y que tiene por objetivo la captación de aguas subsuperficiales que serán conducidas gravitacionalmente hacia el exterior de la huella de la relavera, con la posibilidad mediante una válvula de direccionar flujos hacia la piscina de agua de contacto. Los drenes del sistema de manejo de aguas subterráneas serán construidos mediante la excavación de una zanja, la instalación de un geotextil de filtro, la instalación de tuberías corrugadas perforadas de polietileno de alta densidad (HDPE) y la colocación de un relleno de grava drenante sobre las tuberías. Finalmente, el geotextil envolverá la grava para conformar los drenes.

Las líneas de drenes del sistema de manejo de aguas subterráneas son dispuestas estratégicamente a lo largo de los drenajes naturales identificados en la topografía del sitio. La Figura 7-60, muestra la disposición en planta de la red de tuberías, y la Figura 7-61, muestra la sección típica de los drenes del sistema de manejo de aguas subterráneas, el cual va directamente bajo las tuberías del sistema de colección de aguas de contacto al interior de la relavera sobre la geomembrana de impermeabilización. Finalmente, en el punto más bajo de la relavera, la red de drenes confluirá a una tubería lisa no perforada embebida en un bloque de concreto reforzado para el cruce bajo la sección del muro de la relavera en dirección a la piscina. Previo a la salida a la piscina, se instala una válvula y un arranque de tubería hacia el sector oeste para finalmente descargar en la canaleta de agua de no contacto que descarga en los cauces naturales.

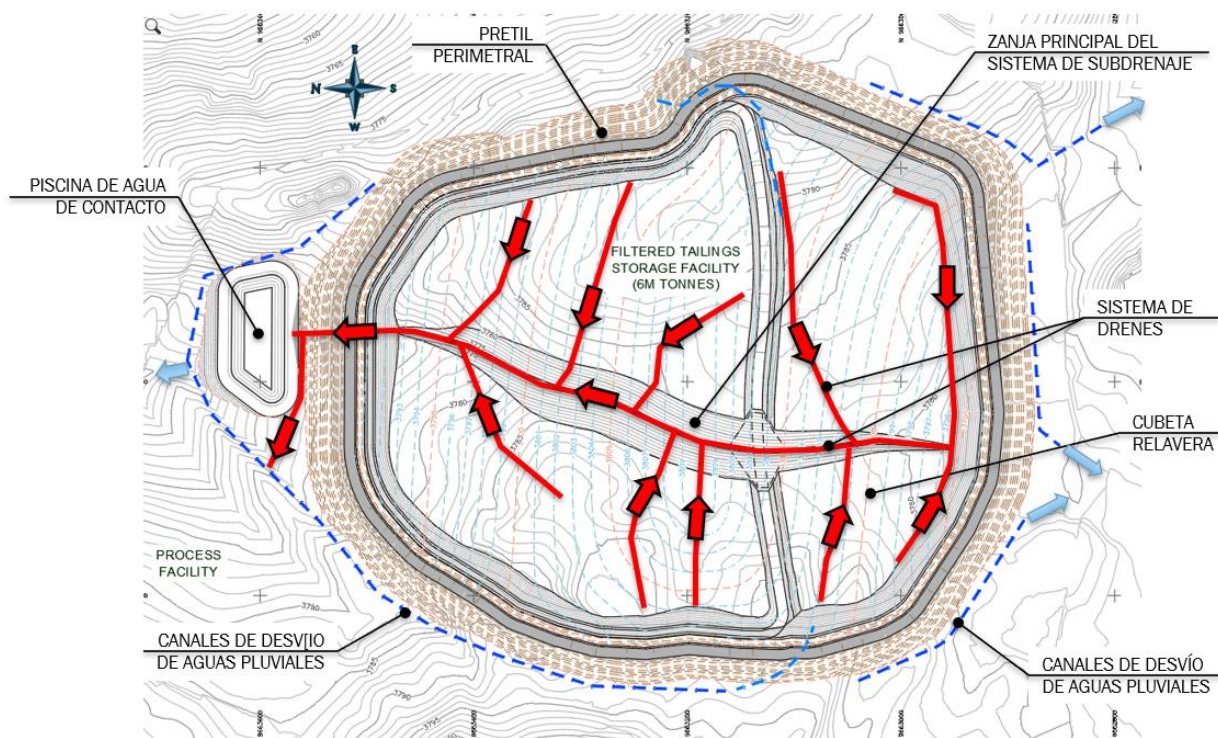


Figura 7-60 Planta del sistema de manejo de aguas subterráneas

Elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

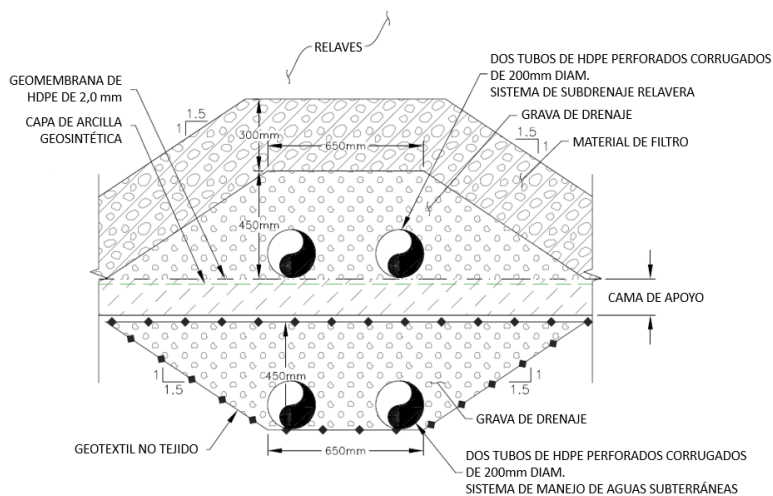


Figura 7-61 Sección típica del dren del sistema de manejo de aguas subterráneas

Elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Manejo de Agua Lluvia

Los elementos que componen el sistema permanente de manejo de aguas se describen a continuación:

- > Canaletas permanentes de desvío de aguas lluvia: Constituye un sistema de desvío de aguas lluvia y canalización de aguas superficiales (no impactadas) en torno a la relavera, con el objetivo de evitar el

ingreso de escorrentías de aguas superficiales hacia el interior de esta. Este sistema está conformado por una serie de canaletas exteriores ubicadas perimetralmente alrededor de la relavera, las cuales fueron dimensionadas para contener el caudal máximo generado por una lluvia de diseño con un período de recurrencia de 100 años y duración de 24 horas (83 mm), las cuales serán construidas durante Fase 1 (desvíos norte) y Fase 2 (desvíos sur). Ciertos sectores específicos y puntos de descarga serán revestidos para minimizar erosión y transporte de sedimentos.

- > Canaletas temporales de desvío de aguas lluvia: Adicionalmente a las canaletas permanentes, el diseño incluye canaletas temporales, como apoyo a las actividades de construcción de cada fase; estas consideran como caudal de diseño el flujo máximo generado por una lluvia de dos años de período de recurrencia y 24 horas de duración (38 mm).
- > Sistemas de control de erosión y colección de sedimentos: Estas estructuras serán empleadas durante la construcción.
- > Sistema interno de drenaje y conducción de aguas lluvias: Este sistema busca manejar las aguas lluvia que caen sobre la relavera, y removerlas desde la superficie de los relaves; consta de un sistema de colección de subdrenaje para recuperar fluido de infiltración bajo los relaves y una piscina de agua de contacto para almacenar los flujos de infiltración del sistema de subdrenaje y aguas lluvia (Figura 7-62), a la cual estos serán conducidos gravitacionalmente. El diseño de estos sistemas fue desarrollado en base a la tormenta de diseño y los análisis climáticos específicos del Proyecto que se detallan en los análisis hidrológicos del Anexo H.9 Análisis Climático del proyecto Loma Larga.

Las aguas lluvia que precipiten sobre los relaves escurrirán gravitacionalmente en dirección a los sistemas internos de drenaje de aguas de contacto para ser conducidas al sistema de colección de subdrenaje. Los flujos colectados por el sistema de colección de subdrenaje serán conducidos gravitacionalmente hacia la piscina de agua de contacto de la relavera. En cada fase de crecimiento, la relavera cuenta con un retorno mínimo de diseño de 1,5 m, medida desde el borde superior del muro hasta la elevación máxima de relaves dentro de la cubeta.

- > Piscina de agua de contacto de la relavera: La piscina ha sido diseñada con el objetivo de contener los fluidos provenientes del sistema de subdrenaje de la masa de relaves, los cuales son conducidos desde la cubeta de la relavera hacia la piscina mediante un sistema de tuberías revestidas en concreto. La piscina contará con una capacidad máxima de 15.000 m³ considerando una revancha de 1 m, capacidad suficiente para contener los flujos producidos por la lluvia de diseño de 100 años durante 24 horas (83 mm) en el escenario más desfavorable, correspondiente a la precipitación colectada al interior del área de Fase 1 con la totalidad de la geomembrana expuesta, equivalente a aproximadamente 12.000 m³, más un día de flujos de drenaje operacional estimado en aproximadamente 1.700 m³; en las fases subsiguientes, la existencia de relaves en la cubeta permitirá infiltración, reduciendo los flujos instantáneos hacia la piscina. Por otro lado, el diseño propuesto provee de una capacidad volumétrica suficiente para contener aproximadamente ocho a diez días de flujo continuo por drenaje operacional de relaves más el flujo máximo promedio mensual (abril) en el año húmedo (1 en 10 años), de 227,5 mm. La piscina de agua de contacto de la relavera contará con un sistema de revestimiento de geomembrana doble con un sistema intermedio de colección y recuperación de fugas.
- > Las aguas almacenadas en la piscina de agua de contacto de la relavera serán extraídas por medio de bombas y conducidas a la planta de tratamiento de aguas para su tratamiento y posterior descarga o uso como agua de proceso en la planta.

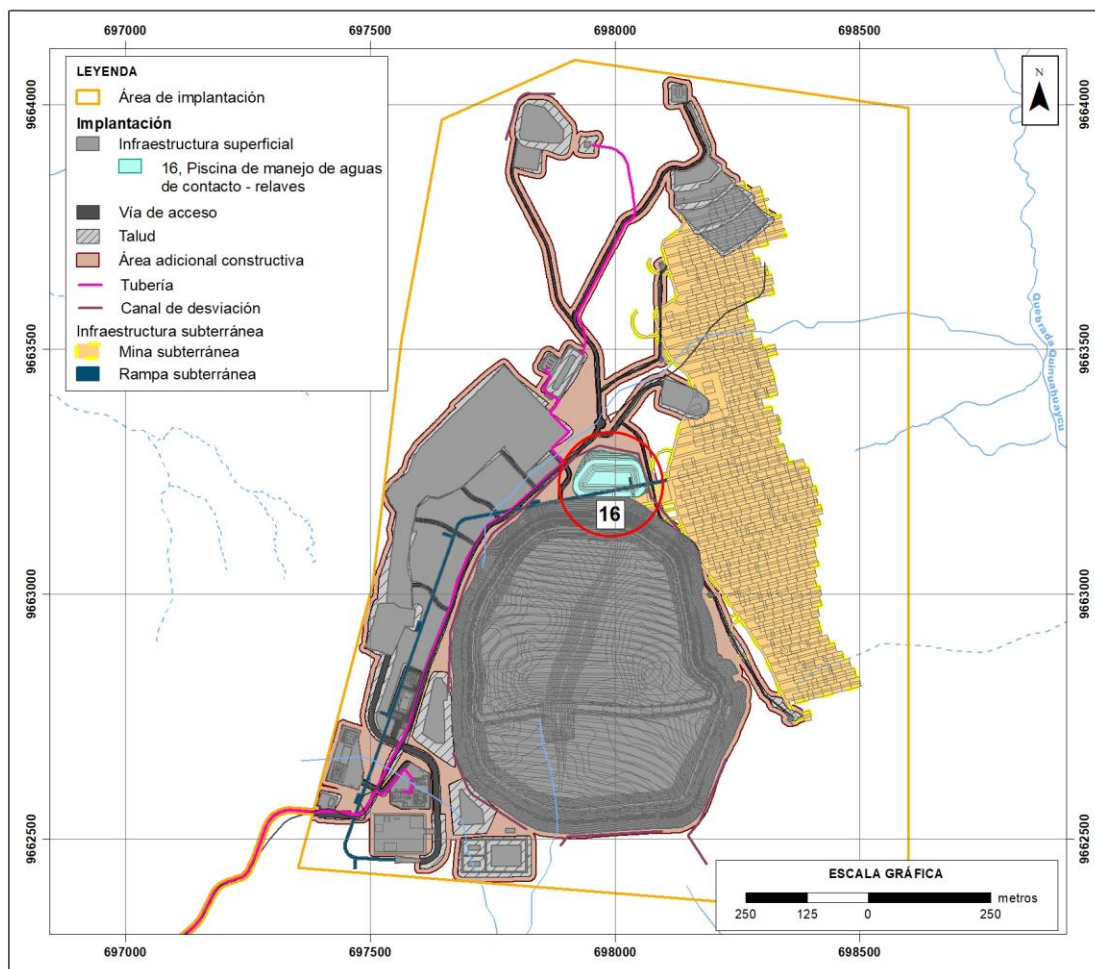


Figura 7-62 Ubicación de la Piscina de Agua de Contacto de la Relavera

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Elaboración: Entrix, 2022 (ver Anexo B. Cartografía; mapa 7.1-1. Mapa de Implantación).

Durante las etapas de cierre y postcierre, se instalará una cobertura para minimizar la infiltración, cuya superficie será terminada con pendiente para facilitar el escurrimiento gravitacional de aguas superficiales hacia los drenajes naturales existentes aguas debajo de la relavera.

7.2.4.1.4 Descripción General del Proceso Constructivo

La construcción de la relavera será realizada en tres etapas, denominadas Fase 1, Fase 2 y Fase 3, como se muestra en la Figura 7-56. La Fase 1 será desarrollada al inicio del Proyecto con una vida útil estimada de aproximadamente 3,5 años, mientras que las fases 2 y 3 tendrán una vida útil aproximada de 5 y 4,5 años respectivamente, asumiendo una tasa de colocación promedio de 1300 t secas diarias de relaves.

Obras Tempranas y Controles de Erosión, Sedimento y Polvo

Las obras tempranas de la construcción de la relavera estarán principalmente enfocadas en desviar y conducir aguas lluvia (no impactadas) en torno a las áreas de construcción, lo que corresponde al manejo de agua superficial. Los sistemas permanentes de desviación de aguas lluvia serán construidos durante la

Fase 1 (canaletas de desviación norte) y Fase 2 (canaletas de desviación sur), e incluirán revestimientos reforzados o puntos de descarga para minimizar erosión y transporte de sedimentos.

Previo a cada fase de construcción, se edificarán canaletas temporales de aguas lluvia como apoyo a las actividades de cada etapa. Se implementarán, además, sistemas de manejo y control de sedimentos y erosión, de manera de coleccionar escurrimientos y sedimentos; esto corresponderá al Plan de Control Temporal de Aguas Lluvia durante cada etapa de construcción, que incluirá los siguientes elementos:

- > Bermas de filtro de sedimentos o vallas de control de sedimentos en torno al área de construcción.
- > Barreras de sedimentos.
- > Canaletas o badenes temporales y permanentes de desviación de aguas lluvia.
- > Poza de sedimentos en descarga de canaletas.
- > Puntos de control en canaletas con revestimiento de césped o enrocado.
- > Rollos de fibra.
- > Rompevientos.
- > Revestimientos de roca y grava.
- > Mantas para control de erosión.
- > Otros misceláneos de acuerdo con requerimientos de la autoridad local.

La adecuada selección de los elementos para el control de erosión, sedimentos y polvo durante la construcción está directamente relacionada con las condiciones específicas del entorno en cada etapa de construcción, para lo cual se tomarán las siguientes medidas para prevenir y/o controlar erosión y focos de polución hacia sectores fuera del área perturbada de construcción.

- > Durante la construcción de Fase 1 se construirán tres canaletas de desviación de forma perimetral al área que será perturbada durante la construcción, estas canaletas recolectarán el agua superficial realizando la descarga final al entorno en un solo punto definido. Las canaletas que serán permanentes serán revestidas con mampostería y las temporales podrán ser revestidas con mantas de control de erosión. Al final de cada canaleta, previo a la descarga de aguas de las canaletas a los cauces naturales se construirán pozas de control de sedimentos, para el caso de Fase 1 se construirán dos en las descargas al sur, una en la descarga al este y una en la descarga al norte. Adicionalmente se podrán considerar la instalación de rollos de paja u otras barreras intermedias para el control temporal de erosión en los sectores activos de las tareas de movimientos de tierra.
- > Durante la construcción de Fase 2 se construirán tres canaletas adicionales en el sector sur del área que será perturbada durante la construcción, estas canaletas recolectarán el agua superficial realizando la descarga final al entorno en un solo punto definido. Las canaletas que de la Fase 2 tendrán carácter permanente y serán revestidas con mampostería.
- > Finalmente, para la última etapa de construcción, las canaletas de desviación implementadas durante la Fase 2 serán utilizadas para el manejo de aguas lluvia durante la construcción de la Fase 3, descargando en los puntos ya establecidos durante la Fase 2.

Limpieza y Desbroce

Previo a los movimientos de tierra para la construcción de la relavera, se llevarán a cabo las obras de limpieza y desbroce, las cuales incluyen la remoción de vegetación, material orgánico y todo material inadecuado para la construcción. Las obras de limpieza y desbroce se llevarán a cabo utilizando equipos mecánicos tipo buldócer, con apoyo de excavadoras hidráulicas.

En general, se estima que, a lo largo de la vida útil de la operación, cerca de 550 mil m³ de suelos con contenido orgánico serán removidos y transportados a la zona de almacenamiento de suelos (Figura 7-27), donde se almacenarán durante la operación y serán utilizados para el cierre de las instalaciones al final de la operación o durante las obras de cierre temporal.

Movimientos de Tierra

Los movimientos de tierra requeridos para la construcción de la relavera incluyen excavaciones en roca y suelo común, rellenos masivos y rellenos controlados para la nivelación de la superficie en el área de la cubeta y construcción de la piscina de agua de contacto de la relavera, excavaciones locales para la construcción de canaletas y zanjas de drenes, relleno de enrocado y rellenos controlados para la construcción del muro de la relavera, excavación de zanjas de anclaje, instalación de material de cama de apoyo y preparación superficial para la recepción de geosintéticos, rellenos controlados para la construcción de bermas y otros rellenos de materiales granulares específicos para la construcción de caminos, revestimientos de canaletas y otros, de acuerdo con las especificaciones técnicas y planos de construcción del Proyecto.

Durante la construcción de las fases 1 y 2, se estima que la totalidad del material apto, proveniente de las excavaciones de nivelación del depósito, será utilizado para la construcción del muro perimetral. Durante la construcción de la Fase 3, se estima que el déficit de material para construcción del muro será compensando con material importado de excavaciones producto de la construcción de caminos y otras obras. En las tres fases de construcción se estima que 445 mil m³ de material serán excavados, mientras que los rellenos alcanzarán a un volumen estimado de 1,08 millones de metros cúbicos.

Vía de Acceso

Durante la Fase 1, se construirá un acceso para vehículos en torno a la relavera y la piscina de agua de contacto de la relavera (Figura 7-63).

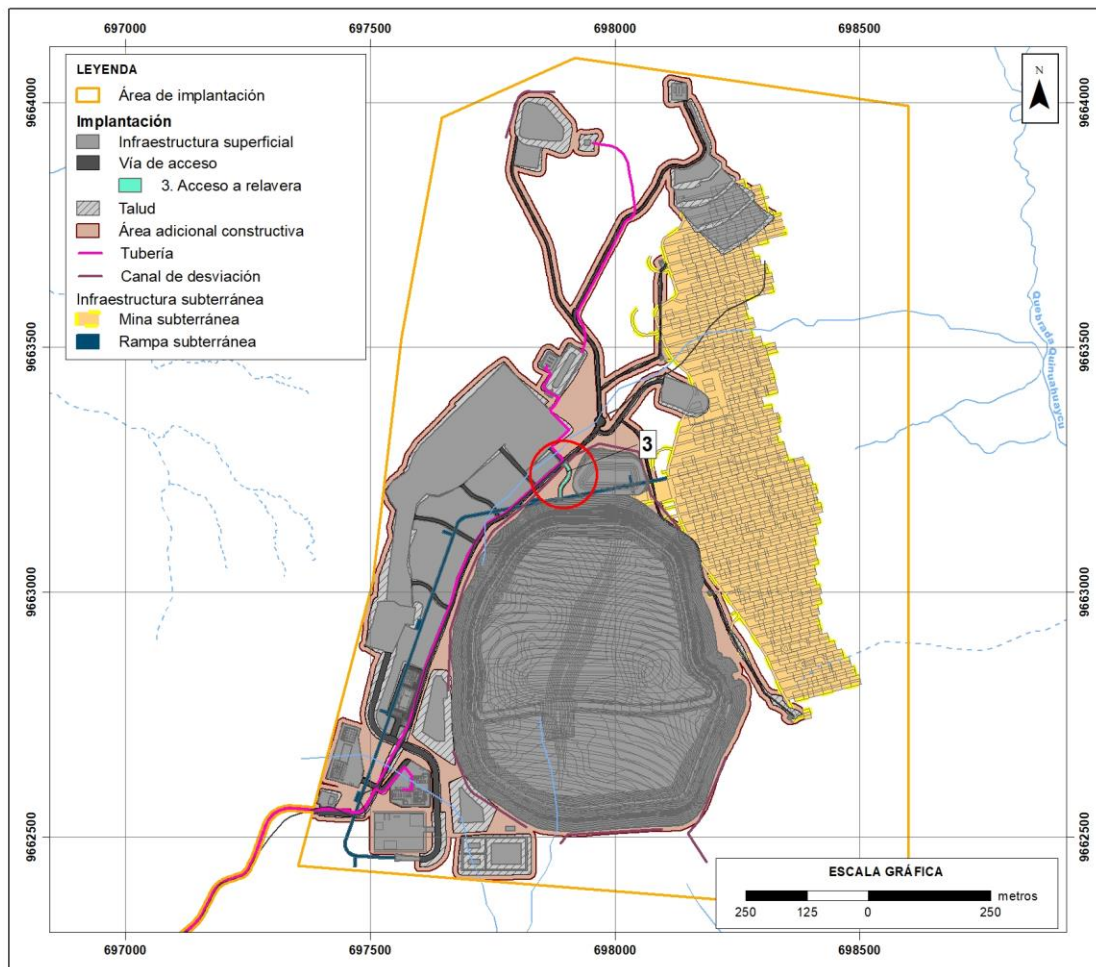


Figura 7-63 Ubicación de la Vía de Acceso a la Relavera

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Elaboración: Entrix, 2022 (ver Anexo B. Cartografía; mapa 7.1-1. Mapa de Implantación).

Instalación de Geosintético

Los relaves fueron clasificados como PGA y pueden liberar los COPC, por lo tanto, el diseño del depósito de almacenamiento de relaves incluye un sistema de impermeabilización basal, con el objetivo de minimizar el potencial de infiltración de aguas impactadas al exterior de la instalación. El sistema de impermeabilización se compone por un revestimiento de geomembrana de polietileno de alta densidad (HDPE) de 2,0 mm de espesor, texturizado por ambos lados (doble texturado). Las áreas impermeabilizadas acumuladas de las fases 1, 2 y 3 del depósito de almacenamiento de relaves corresponden a 14,4, 23,4 y 25,5 ha, respectivamente.

El sistema de impermeabilización del muro será instalado en los taludes aguas arriba de la cubeta del muro perimetral del depósito de almacenamiento de relaves. El sistema de impermeabilización del muro consistirá en 1 m de material drenante, 15 cm de cama de apoyo y geomembrana de HDPE de 2,0 mm de espesor y doble texturado.

Las actividades de instalación de geosintéticos incluirán el despliegue de geomembrana de HDPE de 2,0 mm de espesor sobre la superficie preparada al interior de la cubeta y en los taludes interiores de los

muros perimetrales de la relavera. Como parte de la construcción de la piscina de agua de contacto de la relavera, se incluye también la instalación de las geomembranas de HDPE primaria y secundaria, así como la geomalla de drenaje intermedia para el sistema de detección de fugas. Durante estas actividades, se construirá, además, el foso de detección y recolección de fugas de la piscina, tarea que incluye la colocación de grava seleccionada y un tubo liso de HDPE dispuesto a lo largo del talud.

Sistema de Drenaje Subsuperficial

Dentro de la relavera existen sectores bajos totalmente saturados. Como parte de la construcción de la relavera, será necesario interceptar los flujos de agua subsuperficial por debajo de la geomembrana de impermeabilización de la cubeta y el muro, con la finalidad de conducirlos a los drenajes que se ubican aguas abajo de la relavera.

Durante la construcción de las fases 1 y 2, se instalará un sistema de drenes de colección de aguas al interior de la depresión generada durante la construcción. Este sistema estará compuesto por dos líneas de tubería corrugada y perforada de polietileno de 200 mm de diámetro, instaladas al interior de zanjas excavadas. Las zanjas tendrán una pendiente longitudinal de entre 1 y 2,5 %, y estarán revestidas con geotextil no tejido. Las zanjas serán rellenadas alrededor y por sobre las tuberías con material granular drenante y de filtro.

Sistema de Subdrenaje

La construcción del sistema de subdrenaje consiste en la instalación de una red de drenes de HDPE corrugadas y perforadas sobre la geomembrana de impermeabilización al interior de la cubeta de la relavera. El sistema incluye además tuberías inclinadas de evacuación que serán instaladas en puntos específicos en el talud interior del muro perimetral, cuyo objetivo será conducir los flujos de aguas lluvia colectados sobre los relaves hacia la base de la relavera, para finalmente ser evacuados a la piscina de agua de contacto de la relavera.

A lo largo de cada línea de tubería del sistema, se colocará un cordón de material filtrante cubriendo la totalidad de los drenes y, finalmente, el material de drenaje será cubierto con una capa de material de filtro. La red de tuberías será conectada a un tubo de evacuación corrugado no perforado, que se instalará a través de la línea del muro y llegará hasta el borde de la piscina. Finalmente, este tubo de evacuación será recubierto con concreto en la longitud que se cubrirá con el enrocado del muro.

Piscina de Agua de Contacto de la Relavera

La piscina de agua de contacto de la relavera será construida durante la Fase 1 y ha sido diseñada con capacidad para contener la precipitación colectada al interior de la relavera y los efluentes normales de los relaves. El sistema de impermeabilización de la piscina consiste en (desde la capa inferior a la superior): cama de apoyo de 15 cm de espesor, geomembrana secundaria de HDPE 2,0 mm con doble texturado, una capa de geomalla de drenaje (*geonet*) y una geomembrana principal de HDPE 2,0 mm con doble texturado.

La piscina contará con un sistema de colección y recuperación de fugas (LCRS) que será operado desde un sumidero, relleno con grava de drenaje, ubicado en el punto más bajo de la piscina, entre ambas geomembranas. En caso de presentarse una fuga a través de la geomembrana principal, esta podrá ser detectada en el sumidero, y el líquido podrá ser recuperado y medido utilizando una bomba sumergible instalada al interior del tubo del sistema de detección de fugas en el talud de la piscina.

La piscina de agua de contacto de la relavera almacenará los flujos de aguas lluvia colectados sobre el área de la relavera, así como las aguas de drenaje de la base de esta, mediante los sistemas de colección de aguas lluvia y de subdrenaje. Estos sistemas han sido diseñados para:

- > Colectar subdrenaje de los relaves debido a la consolidación e infiltración gravitacional de la humedad residual del material.

- > Colectar la escorrentía superficial desde la superficie de los relaves vía tuberías inclinadas.
- > Reducir la presión hidrostática global sobre la geomembrana.
- > Proveer de un sistema de drenaje de la masa de relaves al largo plazo, durante el período de cierre.

En condiciones de precipitación media, se estima que el sistema de subdrenaje manejará de manera continua flujos provenientes del depósito de almacenamiento de relaves a una tasa estimada de entre 10 000 m³ (flujo mínimo para Fase 1) y 41 000 m³ (máximo flujo para Fase 3) por mes, una vez que la totalidad del área revestida con geomembrana se encuentre cubierta con relaves.

7.2.4.1.5 Capacidad

Las principales características de capacidad de la relavera se presentan a continuación:

Tabla 7-16 Relación Etapa-Capacidad de la Relavera

Fase	Capacidad Acumulada (Mton)	Rango de Elevaciones del Coronamiento del Muro (msnm)
1	1,6	3784-3798
2	4,0	3787-3805
3	6,0	3792-3809

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S.A. INVMINEC, 2020
Elaboración: Entrix, 2022

7.2.4.1.6 Operación

La colocación de relaves será nivelada considerando una pendiente mínima para proveer una escorrentía superficial natural en dirección hacia el norte (Fase 1) y, también, hacia el sur (Fase 2).

Con el objetivo de proveer estabilidad física de los relaves filtrados durante la operación, la colocación se realizará siempre desde aguas abajo hacia aguas arriba, de manera que los relaves ya colocados den contención a los relaves más frescos. La superficie de relaves colocados será compactada para proveer de condiciones de tráfico y circulación, de manera que los equipos puedan desarrollar las labores de colocación de relaves filtrados de manera eficiente en la relavera.

Cada capa de relaves filtrados colocados deberá contar con una pendiente mínima superficial de 2 a 4 % en forma de domo para promover la escorrentía superficial, minimizando así potenciales empozamientos y, por consecuencia, incrementando los contenidos de humedad de los relaves filtrados. El agua de escorrentía superficial será conducida hacia el sistema de colección de subdrenaje mediante ductos inclinados y, en última instancia, hacia la piscina de agua de contacto de la relavera.

7.2.4.2 Planta de Relleno en Pasta

La planta de relleno en pasta se encuentra por encima del centroide del yacimiento y al noroeste de la planta de procesamiento de mineral (Figura 7-64).

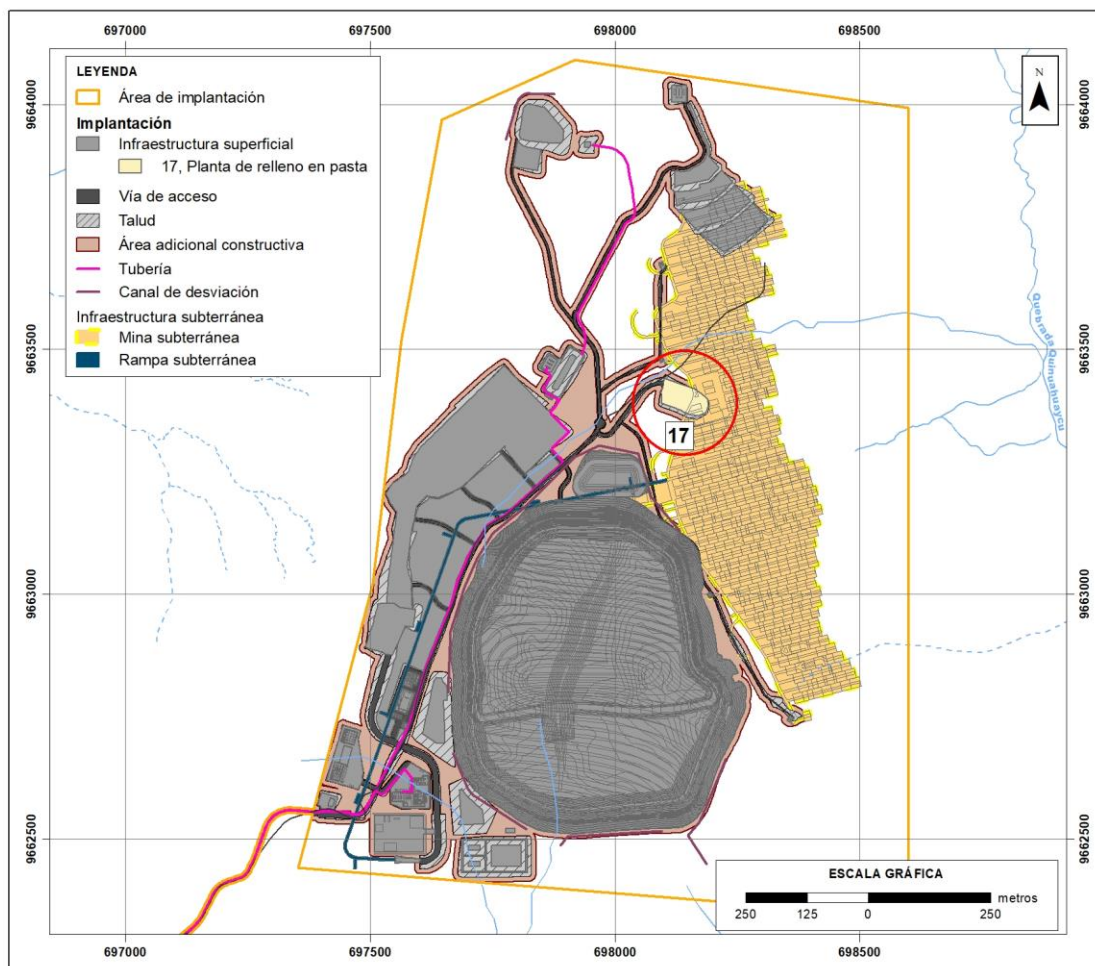


Figura 7-64 Ubicación de la Planta de Relleno en Pasta

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Elaboración: Entrix, 2022 (ver Anexo B. Cartografía; mapa 7.1-1. Mapa de Implantación).

Un camino minero de aproximadamente 184 m de longitud conectará la planta de relleno en pasta con la planta de procesamiento de mineral. La ubicación se rige por el diseño de la mina, ya que la tubería de suministro de pasta subterránea debe estar cerca de la vertical y a la distancia más corta posible.

7.2.4.2.1 Diseño

El diseño del sitio, el edificio y los cimientos se rigen por los requisitos del proceso y del equipo, junto con criterios de diseño específicos, así como los códigos nacionales ecuatorianos. La planta de relleno en pasta consta de un solo edificio multinivel, un área de espesamiento y un área de servicio. En esta área estarán los equipos principales y de apoyo necesarios para producir el relleno de pasta (Figura 7-65).

El edificio del laboratorio, las salas eléctricas y la sala de control son contenedores modulares, modificados, altos en forma de cubo. Las salas se han ubicado estratégicamente alrededor de la planta de pasta para optimizar las actividades de operación y mantenimiento requeridas.

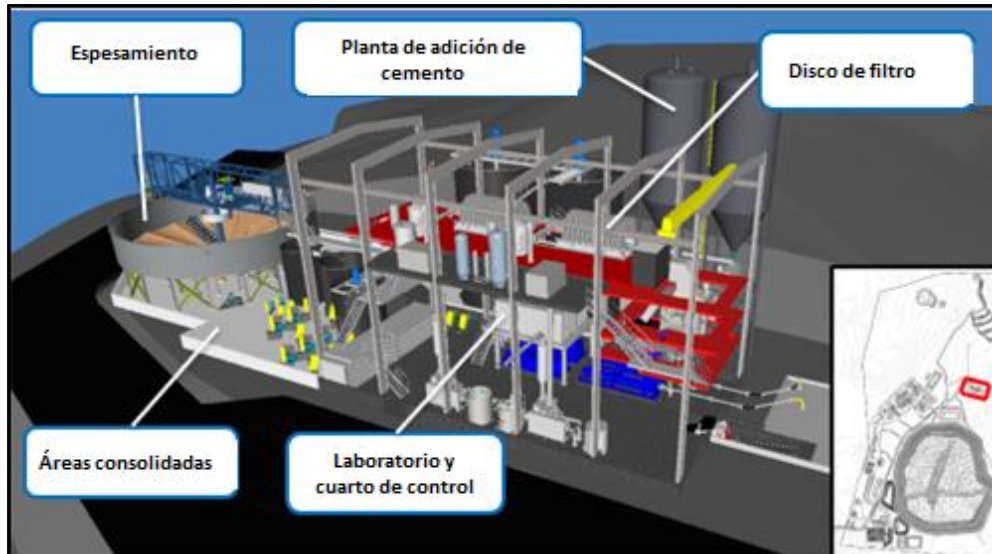


Figura 7-65 Diseño de la Planta de Relleno en Pasta

Fuente y elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Debido a la ubicación del Proyecto, se han tomado consideraciones de diseño para garantizar que el área de la planta de relleno en pasta sea un sitio de descarga cero. El diseño del proceso en la superficie está fuertemente influenciado por los requisitos del subsuelo (tanto con respecto a la explotación como en cuanto a la reticulación) y las propiedades del material de los relaves. Se espera que las propiedades de los relaves filtrados permanezcan bastante constantes y, por lo tanto, se incluye en el diseño el uso de un proceso continuo de mezcla. Los cambios menores en las propiedades del material de relaves, el contenido de aglutinante, el contenido de agua, etc. serán controlados por medidas específicas de muestreo y monitoreo incluidas en el diseño para asegurar que se produzca un relleno uniforme.

Todos los relaves que salen de la planta de proceso se desaguan para alcanzar ~85% m de sólidos. Cuando el relleno de pasta está programado para el subsuelo, se transportan en camión aproximadamente del 50 al 100% de los relaves desaguidos en una distancia de 250 m hasta la planta de pasta. Los relaves filtrados restantes se transportarán en camiones al FTSF. El exceso de pasta y/o agua de proceso se bombeará de regreso desde la planta de pasta a la planta de proceso utilizando una segunda tubería.

Se entregarán los relaves en la planta de relleno de pasta a través de la tolva de descarga y el alimentador de torta de filtro. Desde el alimentador, la torta de filtro se medirá en un transportador de torta de filtro y se alimentará a un mezclador continuo de doble eje instalado.

Se alimenta con tornillo el aglutinante seco desde dos silos de almacenamiento (uno de servicio/uno en espera) y se descarga en el mezclador. Se agregará un contenido de aglutinante de ~3% dependiendo del punto de distribución subterráneo y los requisitos de la fórmula.

El controlador de lógica programable (PLC) controla la caída final del agua en el mezclador en función del consumo de energía que experimentan los motores del mezclador. Un consumo de energía demasiado alto indica que el relleno es demasiado rígido, por lo que se agrega agua para que el consumo de energía vuelva a estar en línea con las expectativas de la fórmula.

El mezclador tiene un volumen interno de 7,8 m³ y una capacidad de mezcla de 149 m³/h (pico) con 150 segundos de tiempo de retención. La acción de mezclado se realiza con brazos y paletas de mezcla que están diseñados hidrodinámicamente para reducir el desgaste y lograr resultados óptimos. El mezclador incluye un sistema de lavado de alto impacto.

El relleno de pasta del mezclador se desborda hacia una tolva de pasta y se alimenta por gravedad al lado de succión de una de las dos bombas de desplazamiento positivo de pistón. Las bombas de pistón (una de servicio y una de reserva) bombean pasta de forma continua por los pozos de pasta para depositar bajo tierra con un caudal de diseño nominal de 124 m³/h.

Para garantizar en el sitio la descarga cero de efluente, como se expone, el diseño contempla un proceso continuo en la operación de mezcla, las propiedades del material de relaves, el contenido de aglutinante y el contenido de agua estarán controlados, donde los excesos de pasta y/o agua del proceso se bombearán desde la planta de pasta hacia la planta de procesos mediante una tubería.

Para garantizar esta condición se cuenta con el controlador de lógica programable (PLC) que verifica la caída final del agua, para efectos que se garantice el retorno hacia la planta de procesos.

Solo se requiere un único camino de servicio alrededor del frente del edificio de la planta de pasta. Se accederá a cualquier equipo fuera del edificio de la planta de relleno en pasta con una grúa móvil. Se alimentarán los silos de cemento desde la parte delantera del edificio con un camión que se detenga delante y sople el cemento hacia los silos.

En promedio, se requerirá que la planta de pasta llene ~990 m³ por día para alcanzar una tasa de molienda de 3.000 t/d. Esto representa aproximadamente el 90% del volumen del rebaje que se excava normalmente a diario. El 10% restante permanecerá vacío o se llenará con roca estéril. Se calcula de 100 a 120 m³ la tasa volumétrica de la capacidad del sistema de la planta de pasta

7.2.4.2.2 Alimentación

Todos los relaves que saldrán de la planta de procesamiento de mineral se filtrarán hasta alcanzar aproximadamente el 15 % de humedad; cuando no se requiera relleno bajo tierra, se transportarán en camión el flujo completo de relaves a la relavera.

Cuando el relleno de pasta esté programado para el subsuelo, se transportará en camión entre el 50 % y el 100 % del flujo de relaves a la planta de relleno en pasta, donde se reconstituirán en una pasta con la adición de agua de proceso. Se agregará una pequeña cantidad de cemento a la pasta, porque esto ayuda a la unión y el asentamiento bajo tierra. El agua de proceso se suministrará desde la planta de procesamiento de mineral.

La pasta se bombeará bajo tierra por medio de dos bombas de pistón de desplazamiento positivo (servicio/contingencia) a través de una tubería vertical, según la distancia más corta, hasta los rebajes de minería en niveles subterráneos. El bombeo del relleno de pasta requerirá un flujo y movimiento constante de la pasta para evitar su sedimentación y solidificación, por lo tanto, el proceso por lotes y los requisitos de la bomba de servicio/contingencia deben ser por lotes.

7.2.4.2.3 Sistema de Distribución Subterránea de Relleno de Pasta

El sistema de distribución subterránea de relleno de pasta incluye dos perforaciones revestidas, desde la superficie hasta la profundidad, para suministrar pasta a los trabajos subterráneos. La segunda perforación se construirá como respaldo, lo que se considera una buena práctica. Una vez bajo tierra, el relleno de pasta recorrerá una red de tuberías para llegar a los lugares donde se necesita la pasta.

Se proporcionarán instrumentos de presión y cámaras en toda la mina para monitorear el vertido; y se instalarán bobinas de soplo de emergencia y válvulas de drenaje manual en lugares críticos. Al completar un ciclo de llenado de pasta, los conductos requerirán enjuague con agua para limpiarlos; se usarán válvulas manuales cerca de la descarga a los rebajes para desviar el agua de descarga de los rebajes llenos hacia las piscinas subterráneas de desagüe de la mina.

7.2.4.3 Control de Ruido

Para controlar el ruido asociado con el manejo de relaves, se aplicarán las siguientes estrategias:

- > Desarrollo continuo de la relavera: La operación de la relavera requiere el uso continuo de camiones para mover los relaves desde los filtros a la relavera. Una vez que los relaves están dentro de la relavera, deben distribuirse utilizando equipo pesado (por ejemplo, tractores) y luego compactarse para aumentar la estabilidad de la relavera. Al interior de la relavera la berma perimetral en cada una de las fases, de acuerdo a la Figura 7-56, actuará como barrera de ruido, en caso de que las lecturas en los puntos de control sean superiores a los límites establecidos se instalarán bermas adicionales de control de ruido utilizando el mismo diseño presentado para el área del portal en la Figura 7-23.
- > Filtros de relaves: Los filtros utilizados para secar los relaves son sensibles a las acciones del clima; además, los filtros generan ruido cuando se “liberan” durante la operación. Para proteger los filtros y reducir el ruido ambiental, los filtros se alojarán en el interior del “edificio de filtros”.
- > En todos los casos en que se requiera que las personas trabajen en áreas ruidosas, se les proporcionará equipo de protección personal.

7.2.5 Infraestructura Vial

Se puede acceder al Proyecto por carretera desde Quito, de la siguiente manera:

- > De Quito a Cuenca, por la vía Panamericana, en un tramo de 459 km.
- > De Cuenca a Girón, en un tramo de 40 km de carretera pavimentada; cabe señalar que esta carretera continúa por 188 km hasta Machala, provincia de El Oro.
- > De Girón a San Gerardo, en un trayecto de 11 km por una vía pavimentada.
- > Finalmente, de San Gerardo al sitio del Proyecto, concretamente a la garita de ingreso, por una vía de ripio de 21 km de longitud, la cual será mejorada antes de iniciar la construcción del Proyecto, dado que es una vía pública se establecerán convenios con los Gobiernos Autónomos Descentralizados para el mantenimiento respectivos, para esto se utilizará material proveniente de canteras ubicadas en el ámbito geográfico del proyecto, por ejemplo, cantera Gorrión, Caprichosa, entre otras que cuenten con la documentación requerida para su operación, por lo que no se necesitará construir vías adicionales de acceso al sitio.

De acuerdo con los lineamientos establecidos en la normativa ambiental vigente y aplicable, se construirán accesos internos en área de implantación del proyecto, y que servirán para trasladarse hacia las diferentes instalaciones e infraestructura, los accesos serán de grava y su mantenimiento consistirá básicamente en realizar nivelaciones, según sea necesario, reparar con rocas y controlar el polvo considerando las altas tasas de precipitación en la zona.

Todas las vías internas se construirán bajo el mismo criterio de diseño, ilustrado en Figura 7-66 a continuación:

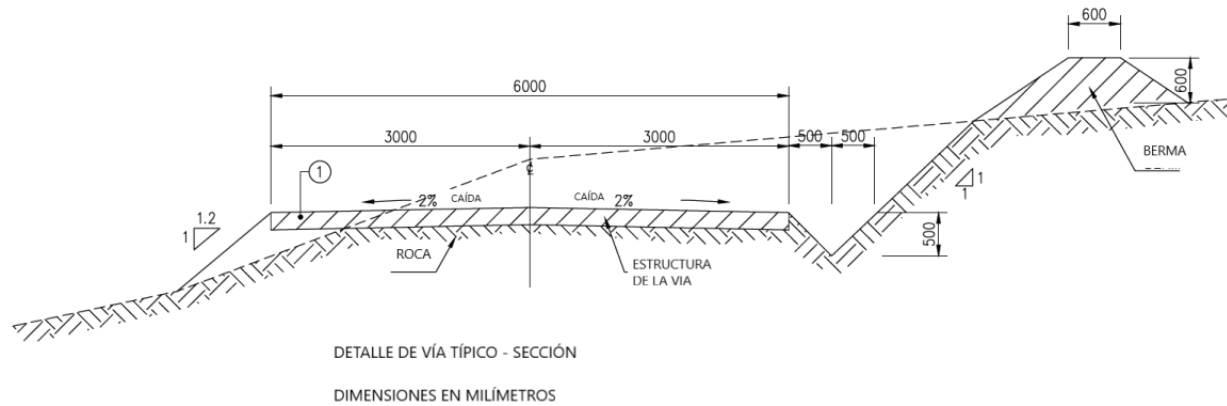


Figura 7-66 Criterio de diseño de las vías internas

Fuente y elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

7.2.5.1 Acceso Principal

Desde la garita partirá el acceso principal del Proyecto, que constituye el eje vial primordial del área de implantación y con el cual se conectarán las demás vías a las distintas instalaciones (Figura 7-67).

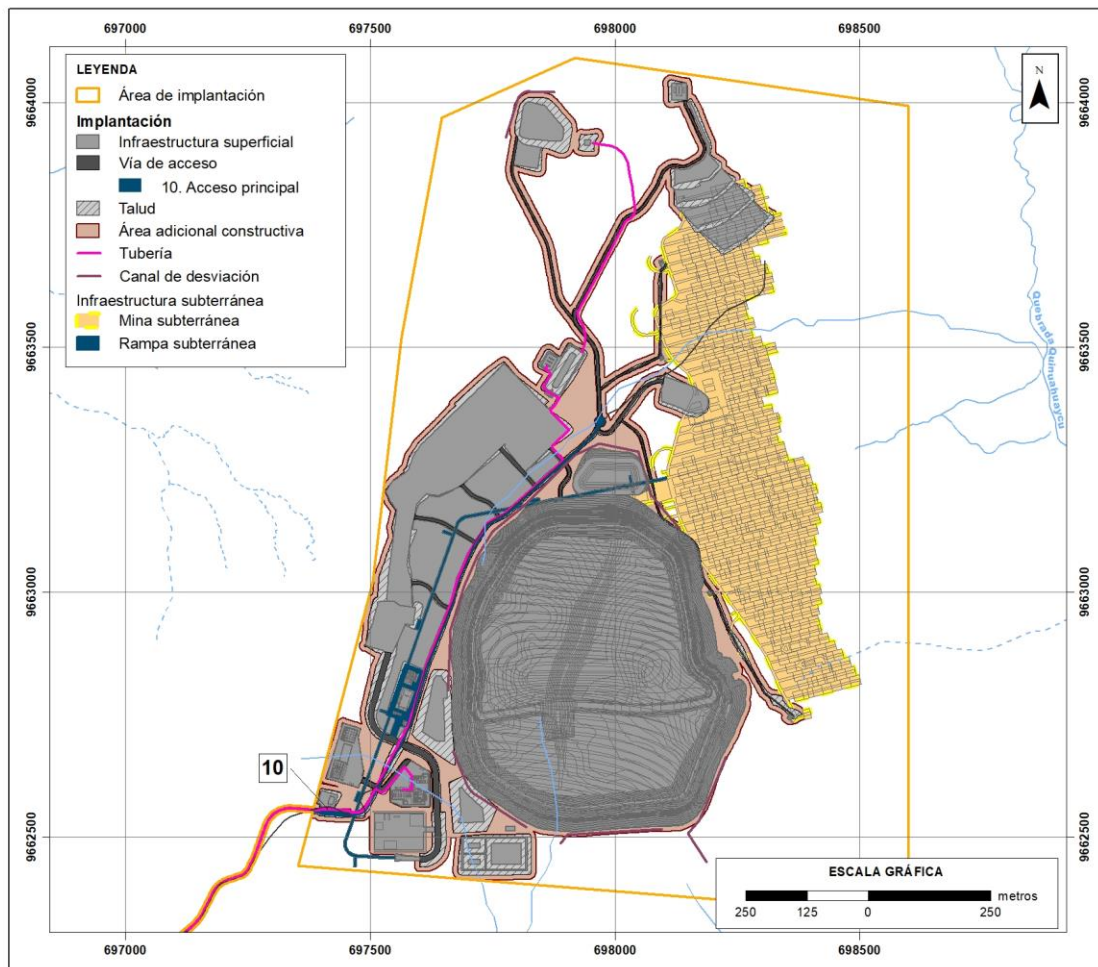


Figura 7-67 Ubicación del Acceso Principal

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Elaboración: Entrix, 2022 (ver Anexo B. Cartografía; mapa 7.1-1. Mapa de Implantación).

7.2.5.2 Acceso al Portal de la Mina (vía de carga)

A la salida del portal de la mina y el área de la rampa se establecerá la vía de carga de 400 m de largo, 12 m de ancho, con una pendiente máxima de 9°, que será de grava y constará con bermas de protección de 1 m de altura (Figura 7-68); esta vía se conectará con la plataforma de ejecución de la mina (ROM, por sus siglas en inglés) de la planta de procesamiento de mineral, donde se almacenarán los acopios de mineral activo para cualquier mezcla antes de alimentar a la planta de procesamiento. Esta vía tendrá acceso a los talleres de mantenimiento y al área de carga de combustible, y su uso exclusivo estará asociado al flujo de entrada y salida de camiones que transportarán mineral y estéril.

Para el mantenimiento de la vía se considerarán las altas tasas de precipitación y se rociará agua para controlar el polvo, según frecuencias que se ajustarán a las necesidades diarias, así como también se verificará el estado de las bermas de protección. Por lo tanto, el mantenimiento se llevará a cabo nivelando la carretera, según sea necesario, y, cuando se requiera, se usará roca de la mina subterránea para reparar cualquier agujero en la carretera.

La roca generadora de ácido se almacena en la superficie por separado y no se utilizará para reparar carreteras. La roca estéril (que no genera ácido) se utilizará para la construcción y reparación de carreteras según sea necesario. La determinación del tipo de roca y la determinación de su uso o almacenamiento está dada por las pruebas que se hacen al mineral a diario, según se detalla en la sección 7.2.2.1 Pila de Almacenamiento de Estéril.

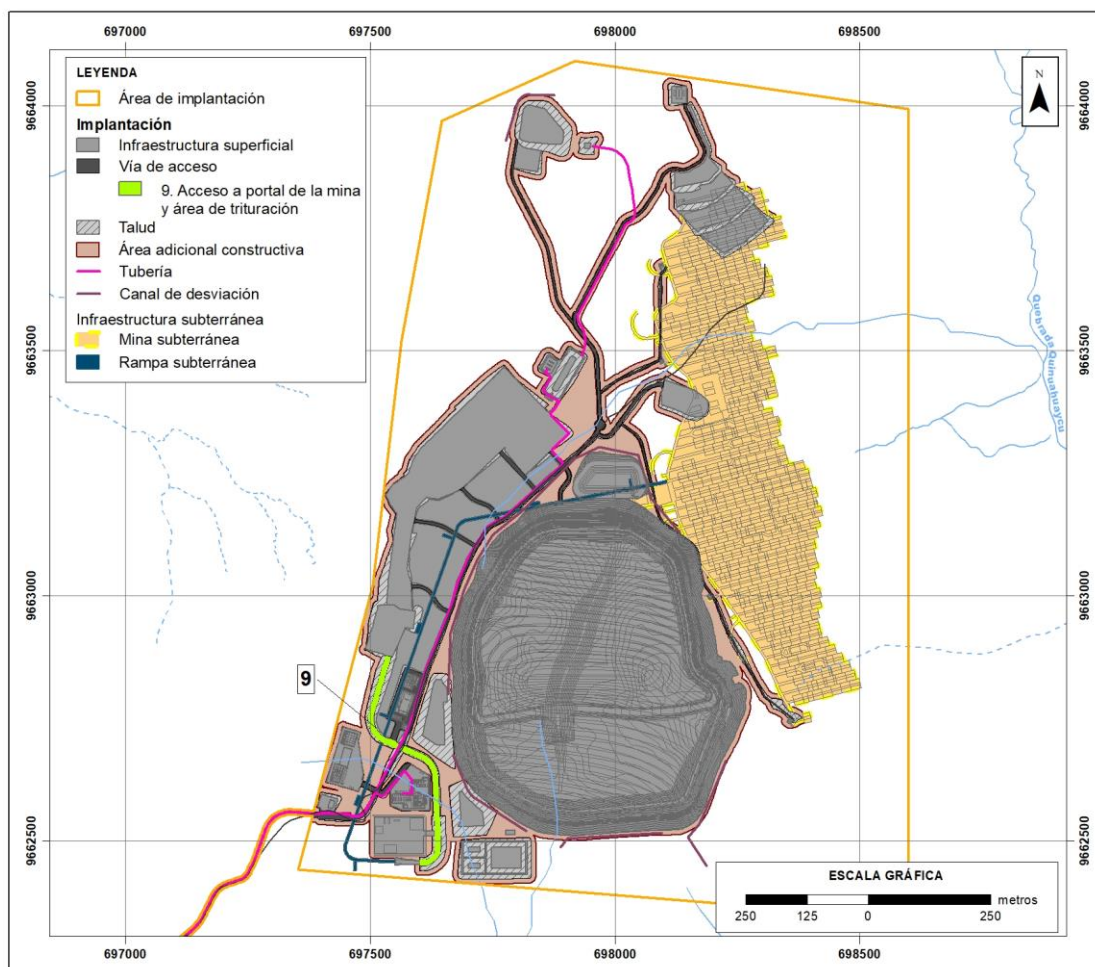


Figura 7-68 Ubicación del Acceso al Portal de la Mina y Área de Trituración

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Elaboración: Entrix, 2022 (ver Anexo B. Cartografía; mapa 7.1-1. Mapa de Implantación).

7.2.5.3 Acceso a la Relavera

Como se señaló anteriormente, durante la Fase 1 de la construcción de la relavera se construirá un camino de acceso perimetral para vehículos en torno a la relavera y la piscina de agua de contacto de la relavera (Figura 7-63).

7.2.5.4 Acceso a los Vestidores

A partir del acceso principal se establecerá el acceso directo hacia los vestidores (Figura 7-69).

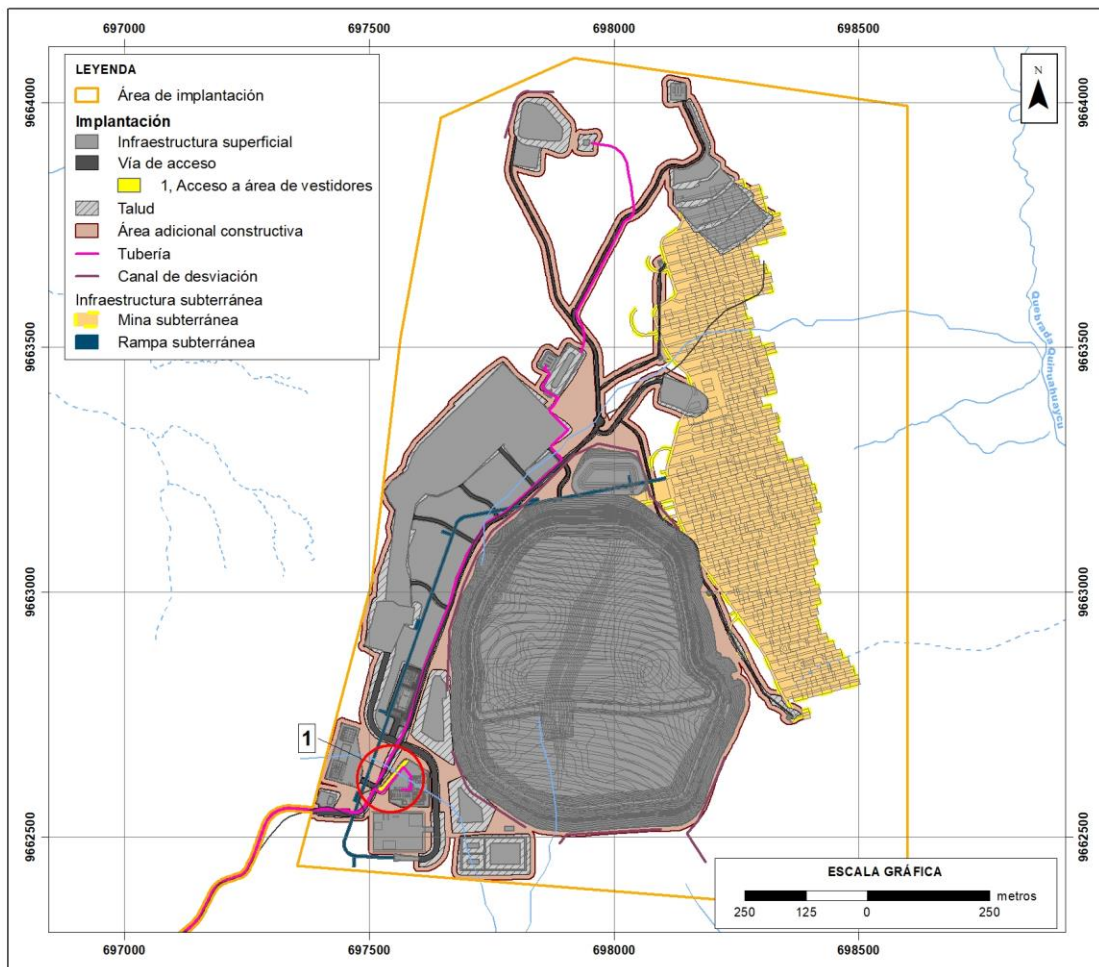


Figura 7-69 Ubicación del Acceso a los Vestidores

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Elaboración: Entrix, 2022 (ver Anexo B. Cartografía; mapa 7.1-1. Mapa de Implantación).

7.2.5.5 Acceso a las Chimeneas de Ventilación

A partir del acceso principal, se establecerán dos vías para el acceso hacia las cuatro chimeneas de la mina subterránea; así, una vía conducirá a dos chimeneas hacia el norte, y la otra hacia las dos chimeneas ubicadas hacia el sur (Figura 7-70).

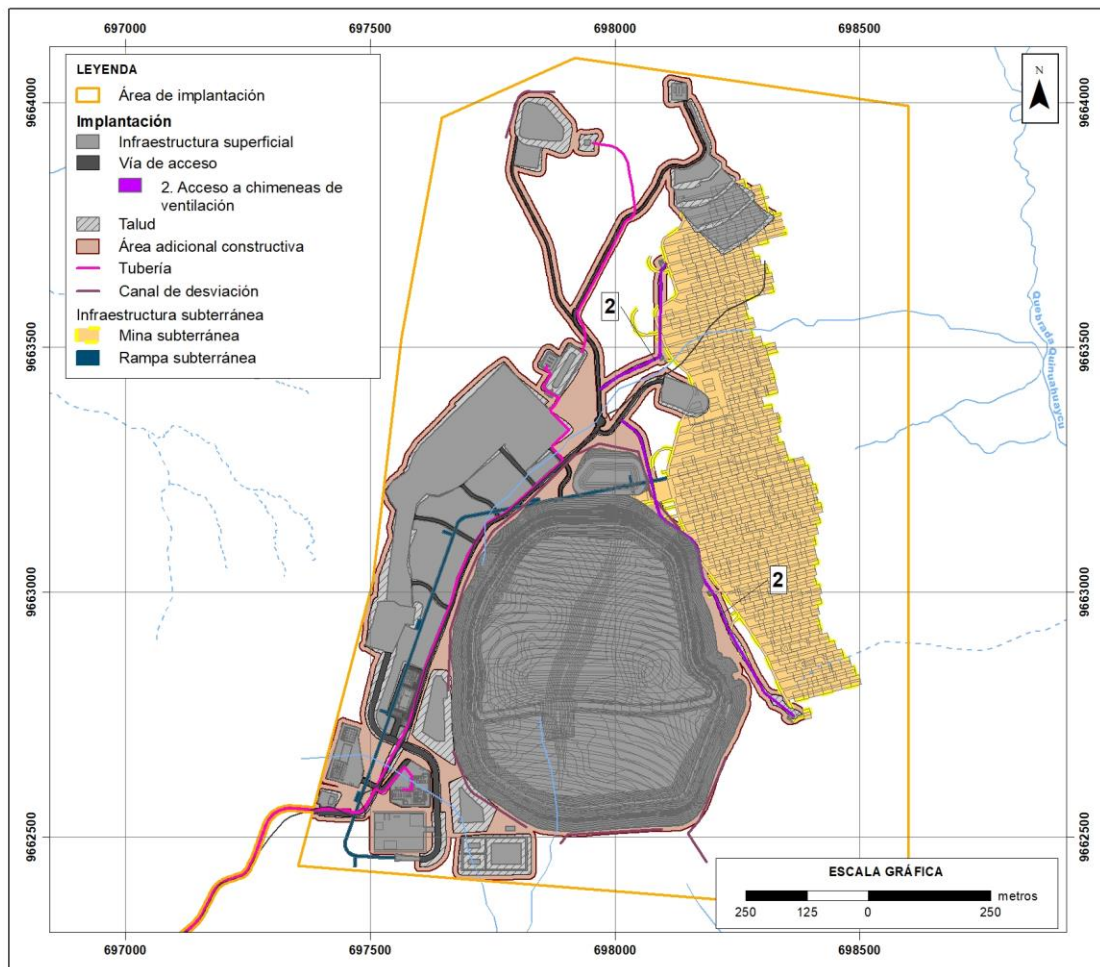


Figura 7-70 Ubicación del Acceso a las Chimeneas

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Elaboración: Entrix, 2022 (ver Anexo B. Cartografía; mapa 7.1-1. Mapa de Implantación).

7.2.5.6 Acceso a la Planta de Procesamiento de Mineral

Se establecerán cinco caminos o accesos a la planta de procesamiento de mineral, desde el acceso principal, que conducirán a diferentes puntos o instalaciones de esta.

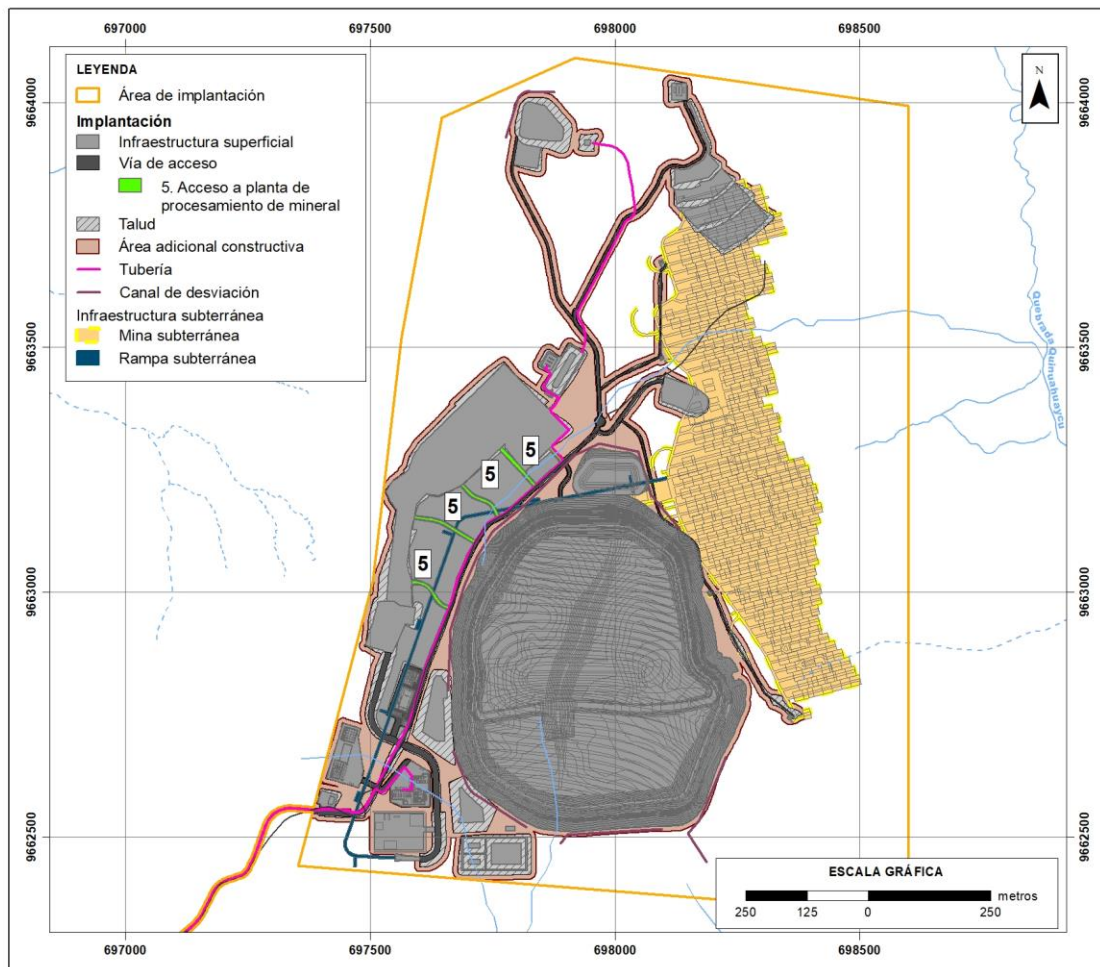


Figura 7-71 Ubicación de los Accesos a la Planta de Procesamiento de Mineral

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Elaboración: Entrix, 2022 (ver Anexo B. Cartografía; mapa 7.1-1. Mapa de Implantación).

7.2.5.7 Acceso a la Planta de Relleno en Pasta

Se establecerá un solo acceso a la planta de relleno en pasta (Figura 7-72), desde el acceso principal.

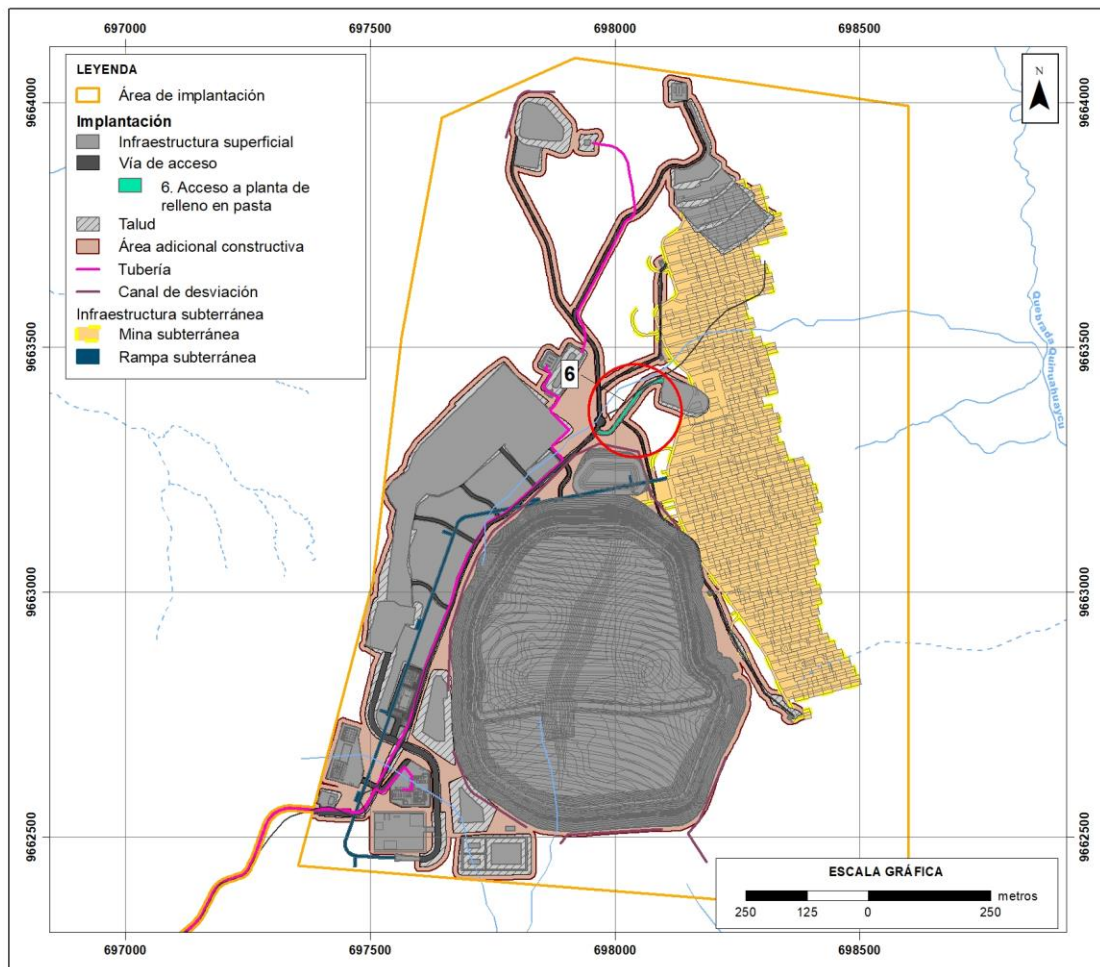


Figura 7-72 Ubicación del Acceso a la Planta de Relleno en Pasta

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Elaboración: Entrix, 2022 (ver Anexo B. Cartografía; mapa 7.1-1. Mapa de Implantación).

7.2.5.8 Acceso al Área para Almacenamiento Temporal de Residuos y Escombrera de Material Inadecuado

Se establecerá un solo acceso al área para almacenamiento temporal de residuos y escombrera de material inadecuado (Figura 7-73).

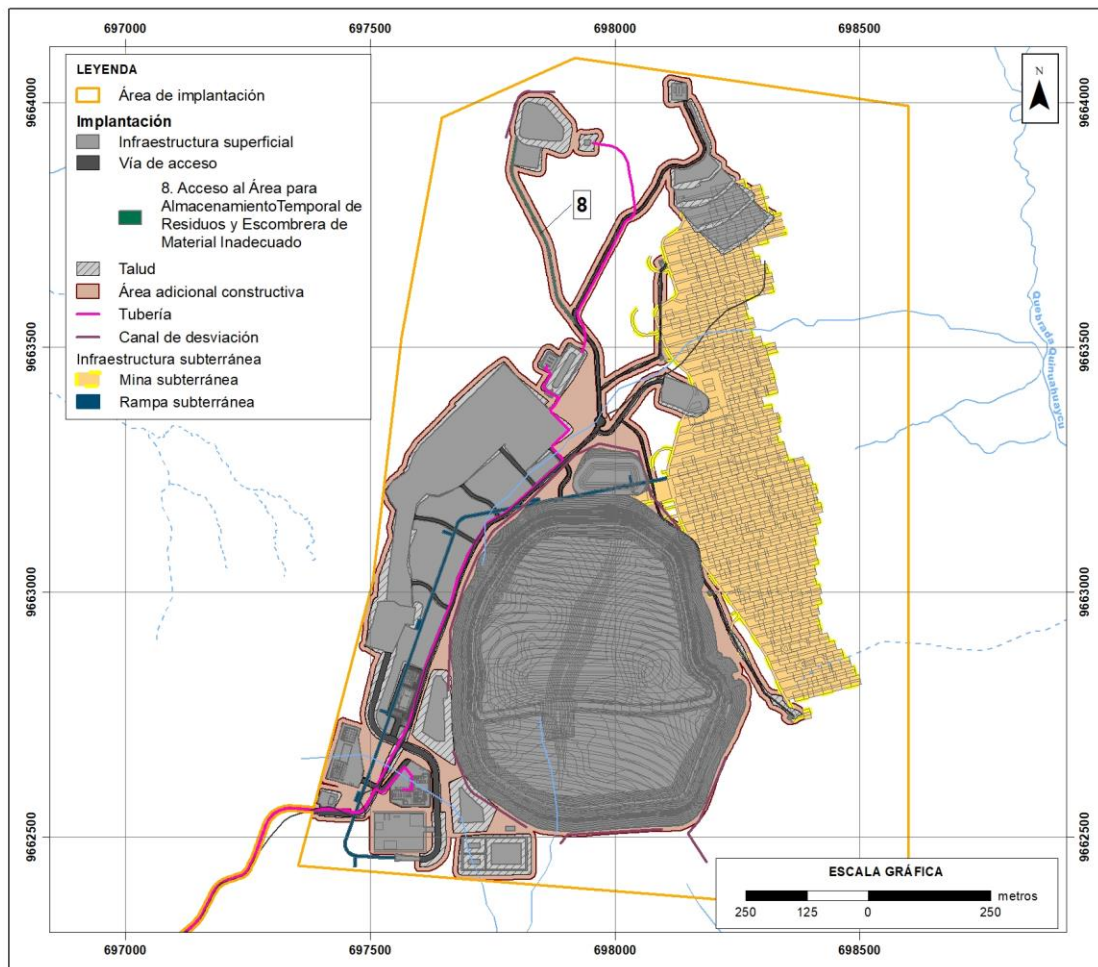


Figura 7-73 Ubicación del Acceso al Área para Almacenamiento Temporal de Residuos y Escombrera de Material Inadecuado

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Elaboración: Entrix, 2022 (ver Anexo B. Cartografía; mapa 7.1-1. Mapa de Implantación).

7.2.6 Instalaciones, Actividades y Servicios de Soporte Generales

7.2.6.1 Laboratorios

El laboratorio del sitio corresponde al que se instalará en la planta de procesamiento de mineral que se detalló anteriormente (ver 7.2.3.3).

7.2.6.2 Almacenamiento de Sustancias Químicas

Como se señaló anteriormente, el principal uso de sustancias químicas se dará durante el procesamiento de mineral, para lo cual los reactivos se transportarán al sitio como polvo seco, y luego se mezclarán en el lugar para su uso en las diversas secciones de la planta de procesamiento; por esto, se manejarán dos edificios separados para almacenamiento y dosificación de reactivos: uno, para reactivos de polvo seco, y otro, para reactivos líquidos-húmedos.

El edificio de descarga, almacenamiento y mezcla de reactivos de polvo seco estará equipado con una berma de contención secundaria de hormigón, que permite el manejo seguro de los reactivos de cal hidratada, floculante y colector de PAX (Figura 7-74).

Cualquier derrame seco o mixto podrá lavarse, diluirse y bombearse individualmente al sistema de agua de procesamiento. Todos los reactivos químicos en polvo serán compatibles y se mezclarán una vez que se introduzcan en el proceso. Se considera que los reactivos del proceso tienen una reactividad leve.

El edificio de descarga, almacenamiento y mezcla de reactivos líquidos húmedos estará equipado con una berma de contención secundaria de hormigón que permitirá el manejo seguro de los reactivos MIBC y del colector de cobre 3418-A (Figura 7-74). Se podrá contener cualquier derrame de líquido durante la descarga, el almacenamiento o la dosificación. El área de contención completa estará dimensionada para contener el volumen del tanque de almacenamiento más grande dentro de esta área y para evitar el derrame en caso de que ocurra una fuga grave o falla del tanque.

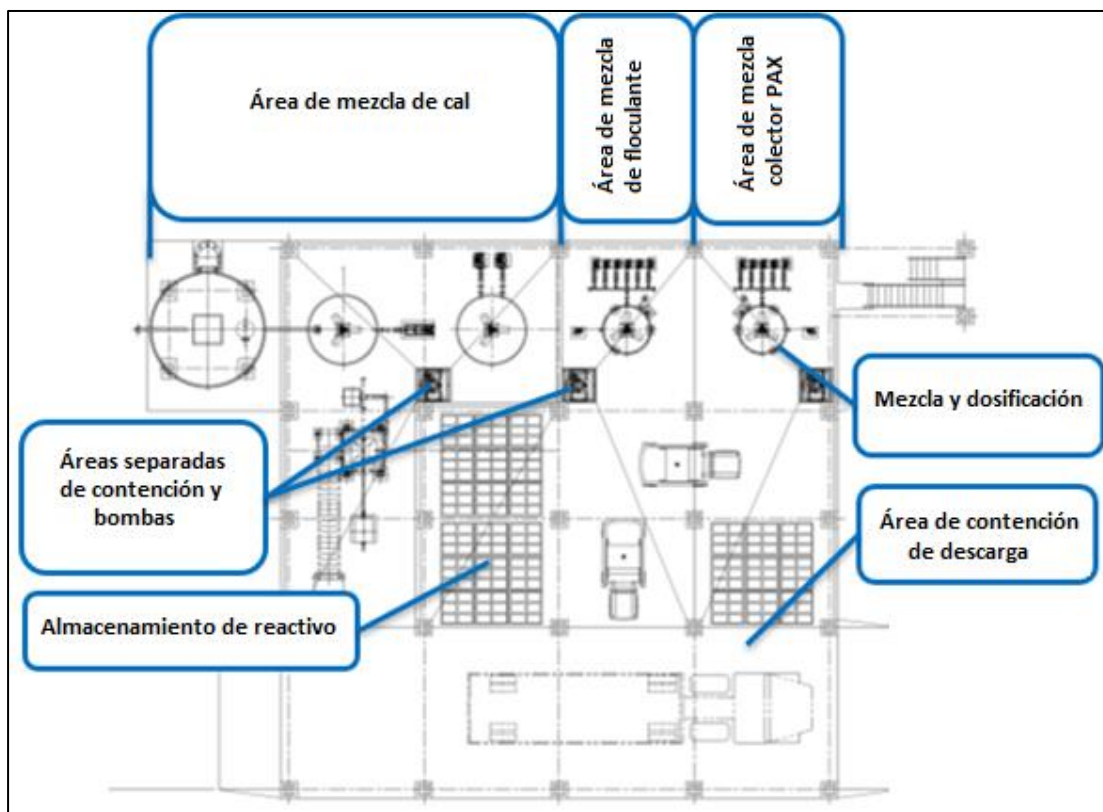


Figura 7-74 Diseño del Edificio de Reactivo Seco y del Edificio del Reactivo Líquido

Fuente y elaboración: MineralSED.CA, Metso.com

Ambos edificios de reactivos estarán equipados con duchas de seguridad e instalaciones de lavado de ojos para mitigar la exposición a químicos, y cumplirán con todos los requerimientos establecidos en la norma NTE INEN 2266:2013 Transporte, Almacenamiento y Manejo de Materiales Peligrosos. Requisitos; adicionalmente, todos los productos estarán debidamente identificados y etiquetados de conformidad con lo señalado en la NTE INEN 2288:2000 Productos Químicos Industriales Peligrosos. Etiquetado de Precaución. Se requerirá que todos los empleados usen el EPP recomendado antes de ingresar a las áreas de reactivos.

Se tomarán en cuenta las siguientes consideraciones:

- > La cal hidratada se entregará a granel y se almacenará en un silo antes de mezclarse con agua, luego de lo cual se dosificará en su uso.
- > El floculante MF250 de BASF se entregará como polvo grueso en bolsas de 25 kg.
- > El colector de cobre Aerophine 3418A deberá almacenarse en un edificio cubierto y en un ambiente fresco.
- > El PAX (xantato de amilo y potasio) se entrega en forma de gránulos en bolsas de 25 kg o tambores de 200 kg para mantener el producto seco, ya que es susceptible a la combustión espontánea. Dado que se deben evitar todas las fuentes de ignición y se pueden formar nubes de polvo inflamables en el aire, este producto se debe almacenar en un edificio abierto bien ventilado que esté cubierto, pero alejado de otros productos químicos.
- > El MIBC se entregará en contenedores de 1000 L, y se dosificará directamente sin diluir en las celdas del tanque de flotación. Se almacenará el producto lejos del sol en un edificio cubierto.
- > Cualquier otra sustancia adicional que se requiera para el desarrollo de tareas cotidianas, como limpiadores, desinfectantes, jabones, entre otros, se almacenarán en un sitio específico destinado para este fin, que cumplirá con los requerimientos establecidos en las normas NTE INEN 2266:2013 y NTE INEN 2288:2000 ya mencionadas.

7.2.6.3 Sistema Contra Incendios

El PLL estará equipado con una red central de control de incendios en todo el sitio, incluyendo la estación de combustible, este sistema de control de incendios utilizará una reserva especial del agua del tanque principal de agua del Proyecto.

Dado que el fuego puede estar asociado con aceites y/o combustibles, no se recomienda el uso de agua, por lo que cada área de reabastecimiento de combustible y el almacenamiento de combustible estará equipada con extintores de incendios de polvo seco o CO₂, la mayoría de estos serán de tamaño manual, sin embargo, un extintor de incendios de polvo seco grande (50 kg) estará disponible en la instalación de almacenamiento de combustible para abordar el potencial de incendios más graves.

La Brigada de Respuesta a Emergencias también estará equipada con un remolque móvil contra incendios que se podrá mover a cualquier área de la superficie donde ocurra un incendio.

7.2.6.4 Dispensario Médico

Como se señaló anteriormente, el dispensario médico será parte del complejo de oficinas principales, y ocupará un área total de 56 m² que constará de una sala de espera (9 m²), consultorio médico (16 m²), zona de dispensario (6 m²) y área de atención a pacientes (25 m²).

7.2.6.5 Sistema de Comunicaciones

La comunicación dentro del Proyecto se realizará mediante Internet por fibra óptica instalado a lo largo de la línea de transmisión de 22 kV y conexiones de teléfono celular, en vista de la adecuada cobertura que existe en el sector.

A nivel interno, también se utilizarán canales de radio dedicados.

7.2.7 Instalaciones Existentes

7.2.7.1 Campamento Pinos

El campamento Pinos es una instalación existente que se ubica en la concesión Cristal a 3680 msnm, incluido como parte de la Resolución No. 028, del 28 de mayo de 2019, en donde el Ministerio del Ambiente otorgó la Licencia Ambiental para la Fase de Exploración Avanzada de minerales metálicos en la concesión

minera Cristal (cód. 102195)² bajo el régimen de gran minería. Actualmente el campamento Pinos, está conformado por construcciones de madera y comprende principalmente un taller electromecánico, galpón de almacenamiento de lodos y ripios de perforación, una bodega, área para el almacenamiento temporal de combustible, un pequeño aserrío, bodega para insumos de perforación, un centro médico, un campamento para albergar a la empresa de perforación, una nave para dormitorios, una nave para la parte administrativa, una nave para cocina y comedor, un cancha de Ecuavolley, instalaciones sanitarias y planta de tratamiento de aguas residuales.

Tabla 7-17 Ubicación del Campamento Pinos

Nombre	Coordenadas Centroides WGS84 Zona 17 Sur		Área (ha)
	Este (m)	Norte (m)	
Campamento Pinos	697214,74	9658433,45	11,43

Fuente y elaboración: DPMECUADOR SA, 2022

² La concesión Cristal (cód. 102195) forma parte del Proyecto Loma Larga.

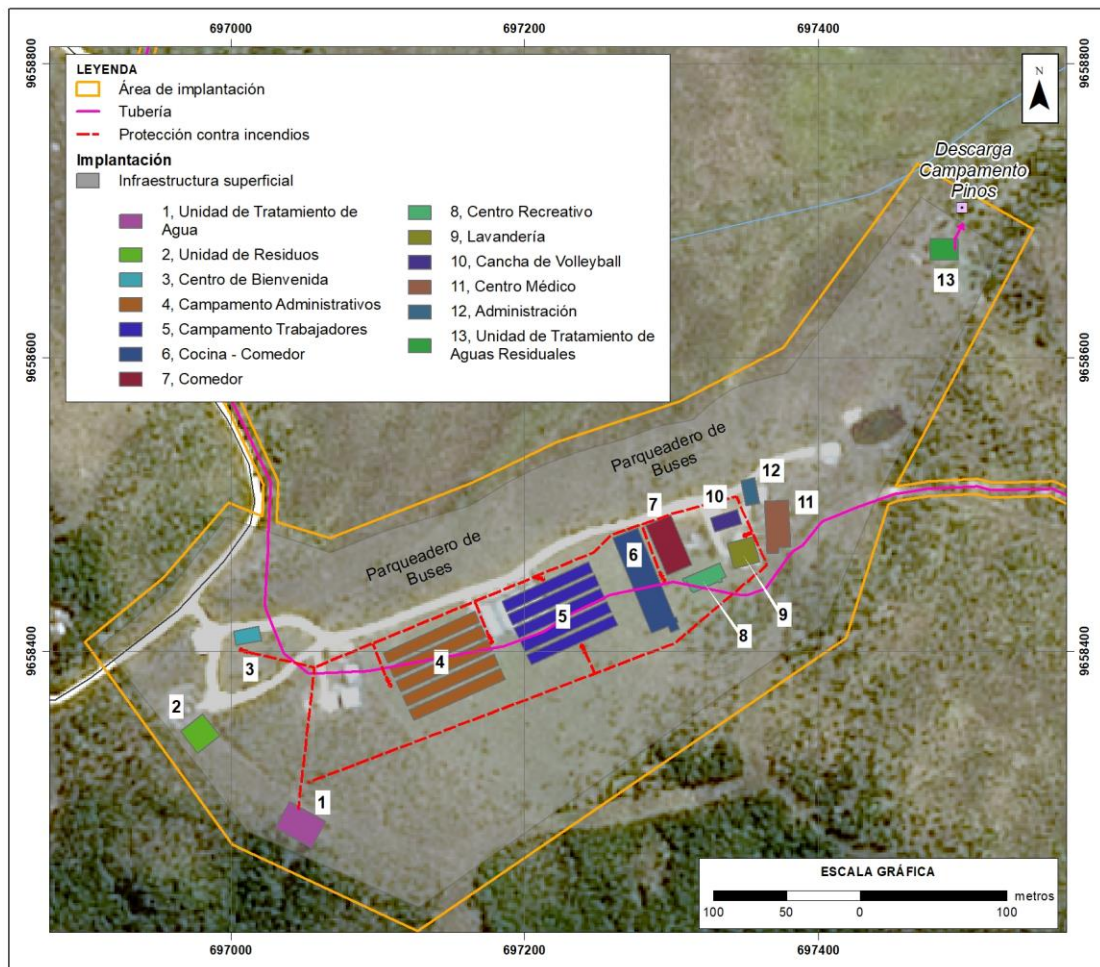


Figura 7-75 Acondicionamiento Tipo del Campamento Pinos

Fuente: G-Mining, 2022

Elaboración: Entrix, 2022

El campamento Pinos será acondicionado como parte de las actividades de la fase de explotación y beneficio del PLL, y, por lo tanto, todas las estructuras existentes se evaluarán de acuerdo con las necesidades, a fin de reutilizar aquellas construcciones que estén en condiciones de ocupación, tanto en términos de seguridad, comodidad o identificación de un posible uso diferente, por ejemplo, almacenes o bodegas. En el caso de que estas facilidades sean identificadas como inadecuadas, serán demolidas y reemplazadas.

Los materiales utilizados en las instalaciones estarán especialmente diseñados para resistir temperaturas de la zona. En general las edificaciones estarán asentadas sobre losas de concreto armado en respuesta a las condiciones geotécnicas de la zona.

Las unidades modulares prefabricadas que se utilizarán para los dormitorios se sentarán uniformemente en durmientes de concreto armado y debido a su característica principal de autoapoyo, las unidades modulares se colocarán unas sobre otras hasta un nivel de tres. Cada módulo se fabricará con una estructura metálica galvanizada, con pisos y cielos falsos en patrones modulares de tubería cuadrada, todo el recubrimiento externo de paredes será de panel metálico tipo sándwich pre pintado y sellado, a su vez

cada entepiso y cielo falso de contacto utilizarán para su estabilización paneles de fibrocemento que facilitan la colocación de pisos vinílicos para habitaciones y cerámica para baños, la cubierta en diseño a dos aguas con panelería de 65 mm.

Por otro lado, las edificaciones de servicios (cocina, comedor, centro recreativo, centro de bienvenida, lavandería) de construcción típicamente industrial se levantarán desde su cimentación con estructura de acero pre pintada, y paneles tipo sándwich de lana de roca y polipropileno de 50 mm y 10 mm en paredes interiores, exteriores y techos a dos aguas, respetando las condiciones de confort termo acústico en referencia a la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) Sección Climatización CL. En áreas especiales como salas eléctricas se respetará la clasificación correspondiente de acuerdo a los estándares correspondientes tanto Internacionales (NFPA) como nacionales y locales como Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios, INEN, NEC Sección Contra Incendios, entre otras, en las que básicamente se detalla una resistencia de 120 minutos al fuego.

Para la recolección de agua lluvia en todas las edificaciones tanto modulares como de construcción industrial típica se colocarán canales de recolección metálicos pre pintados, con bajantes PVC de 10 a 15 metros de distancia y tuberías de descarga de aguas lluvias en un circuito independiente enterrado y dirigido a zanjas para recolección de AALL exclusivamente.

El acondicionamiento del campamento Pinos se realizará para albergar al personal técnico/administrativo/directivo, y al personal operativo y estará compuesto por dos bloques de alojamiento.

El transporte hacia los sitios de trabajo se realizará por medio de buses en horarios acorde con las jornadas diarias de los diferentes frentes de trabajo.

Las instalaciones de uso común incluyen:

- > Centro de Bienvenida para recibir y organizar el alojamiento de los empleados que inician sus rotaciones de trabajo, así como para registrar la salida del personal al finalizar sus jornadas.
- > Centro médico con acceso para ambulancias, sala de procedimientos de emergencia, sala de examinación, sala de espera y farmacia.
- > Centro recreativo con área de ejercicios, sala de televisión y juegos.
- > Instalaciones de lavandería, cocina y comedores. Planta de tratamiento de Agua Domestica y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, en donde se incluye los tanques de Reserva de Agua para Mitigación de Incendios.

Los edificios que corresponden al campamento de administrativos y gerencias son varios bloques de 3 pisos cada uno con habitaciones y baños de uso individual. El campamento de trabajadores constaría de varios edificios, de 2 pisos cada uno, con ocupación cuádruple por habitación, incluirían baños y duchas comunes.

El campamento podrá alojar hasta 1500 personas, que, de acuerdo a las necesidades, durante la etapa de ejecución del proyecto se contemplan promedios de 650 personas para construcción con un pico de 1500 en la etapa de final de construcción y arranque, durante 6 meses, 170 en personal administrativo y gerencial, 150 en minería bajo tierra y en superficie con un pico de 300 en la etapa de comisionamiento. Los últimos 4 meses de construcción y 50 operadores para planta de procesos con un salto paulatino a 140 durante el último mes del comisionamiento, y así finalmente solo contemple una capacidad aproximada de 549 personas aproximadamente para el tiempo de la vida útil del proyecto; como se aprecia en la Tabla 7-20 Estimación de Personal en el Tiempo.

Las obras civiles incluyen el desarrollo de un acceso mejorado al sitio con un estacionamiento para autobuses y vehículos medianos.

7.2.7.1.1 Gestión del Agua

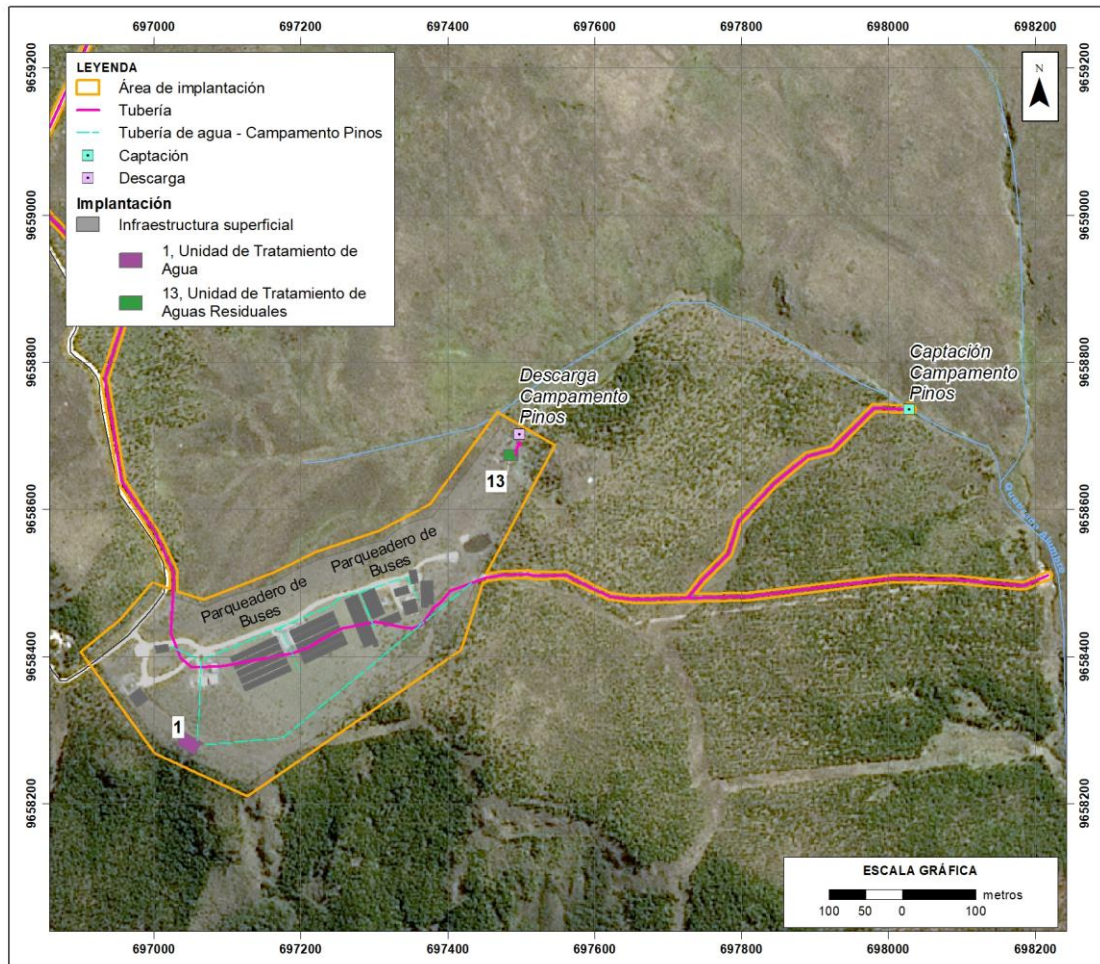


Figura 7-76 Ubicación de los Puntos de Captación y Descarga de Agua del Campamento Pinos

Fuente: G-Mining, 2022

Elaboración: Entrix, 2022

El campamento contará con una Unidad de Tratamiento de Agua misma que tratará el agua proveniente de la quebrada Sin Nombre, a razón de 4.9 l/s. La necesidad de captación de agua fue calculada según lo indica el censo del agua USGS 2005, el consumo promedio por persona es de 300 l/día. El agua tratada será distribuida hacia campamento y hacia las instalaciones de uso doméstico en el sitio (baños, duchas, oficinas, etc.). Las aguas grises provenientes del sitio y campamento serán tratadas en la unidad de tratamiento de aguas residuales, ubicada en el campamento Pinos. La descarga del agua tratada será en la Quebrada Sin Nombre.

Figura 7-77 Ubicación Referencial del Punto de Captación de Agua del Campamento Pinos

Cuerpo de Agua de Captación	Uso	Coordenadas WGS84 17 Sur		Altitud (msnm)	Caudal Requerido (L/s)
		Este (m)	Norte (m)		
Quebrada Sin Nombre	Uso doméstico	698029	9658736	3600	4,9

Fuente y elaboración: G-Mining, 2022

Para el tratamiento de agua con características de uso doméstico a partir de la tubería de captación de agua, y en función de las características físico-químicas del agua, se implantará un sistema automatizado de tratamiento capaz de remover turbidez, sólidos en suspensión, color, olor, sabor, regulación de PH a través de varias etapas como floculación (uso de polímeros), sedimentación filtración (filtros de arena y carbón) y desinfección (inyección de cloro y luz ultravioleta), Generalmente para este tipo de sistemas se plantea un elemento compacto de hierro negro cubierto con pintura de grado alimenticio y anticorrosivos exteriores.

Tabla 7-18 Ubicación de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras y Grises del campamento Pinos

Infraestructura/ Instalaciones	Área (ha)	Coordenadas de Ubicación WGS84 Zona 17 Sur	
		Este (m)	Norte (m)
Planta de tratamiento de aguas negras y grises del Campamento Pinos	0,03	697485,62	9658673,58

Fuente y elaboración: G-Mining, 2022

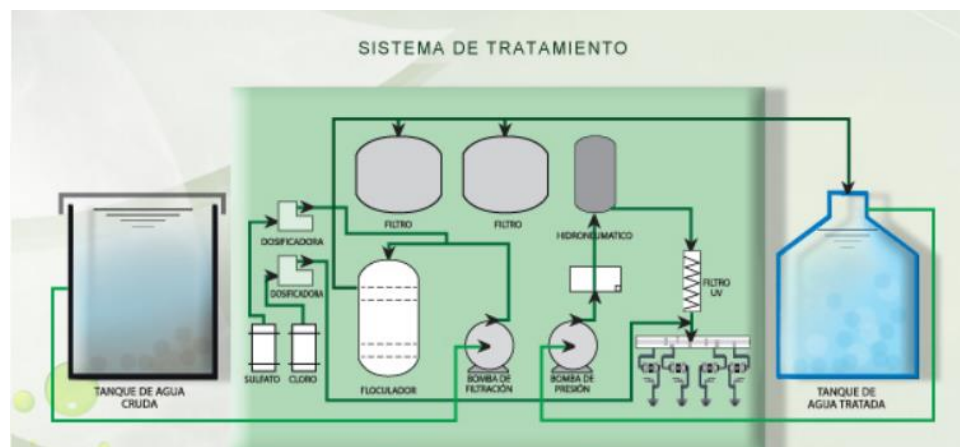


Figura 7-78 Sistema de Tratamiento de Aguas Negras y Grises del campamento Pinos

Fuente y elaboración: G-Mining, 2022

Inmediatamente, se colocarán dos tanques con capacidad de 470 m³ de volumen efectivo. El primero almacenará agua de consumo diario y el segundo corresponde al almacenamiento para el sistema contra incendios. Ambos servicios, incluyen un método de bombeo con dos unidades en ejecución constante y dos en stand-by, adicionalmente el sistema contra incendios contará con un monitor de pruebas. La columna principal de distribución de agua tratada une a los dos almacenamientos en una tubería de cuatro a seis pulgadas. La construcción de esta facilidad se asentará sobre una losa de concreto armado de 560 m².

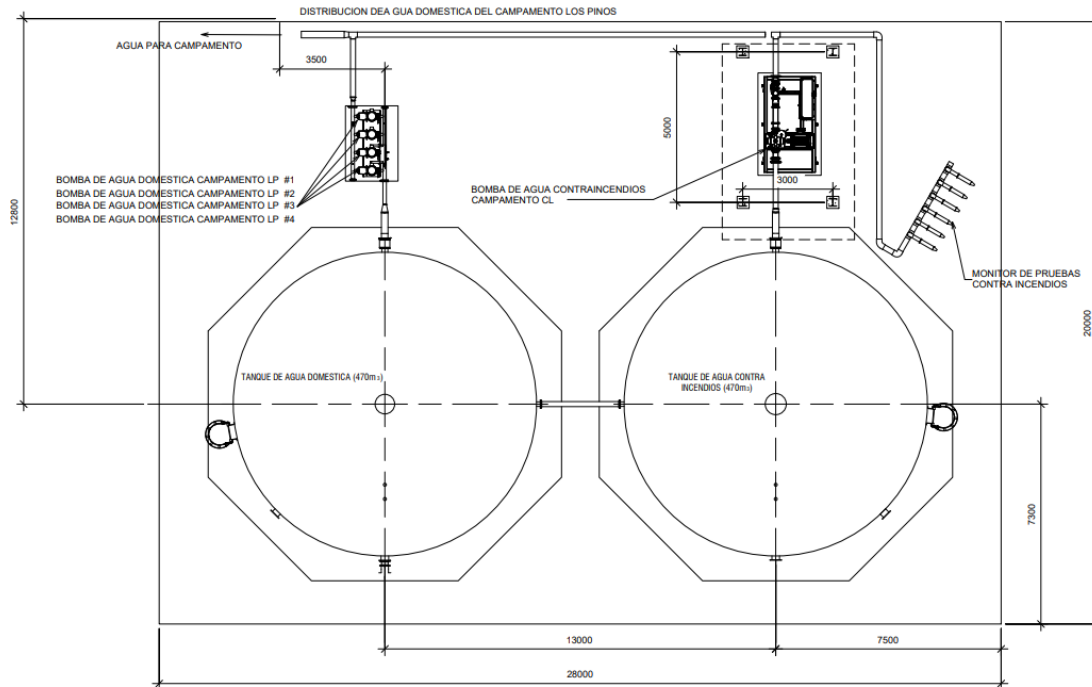


Figura 7-79 Planta de Tanques Tratamiento de Aguas Negras y Grises del campamento Pinos

Fuente y elaboración: G-Mining, 2022

Paralelamente la Planta de tratamiento de agua residuales está organizada en cuatro etapas de proceso, un contenedor de 40 pies para WWTP por siglas en inglés (Waste Water Treatment Plant), un segundo contenido de 40 pies para el proceso de filtrado, un tercer paso correspondiente al contendor de lodos y finalmente un contenedor de 20 pies que descarga el agua tratada DWTP (Discharge Water Treatment Plant).

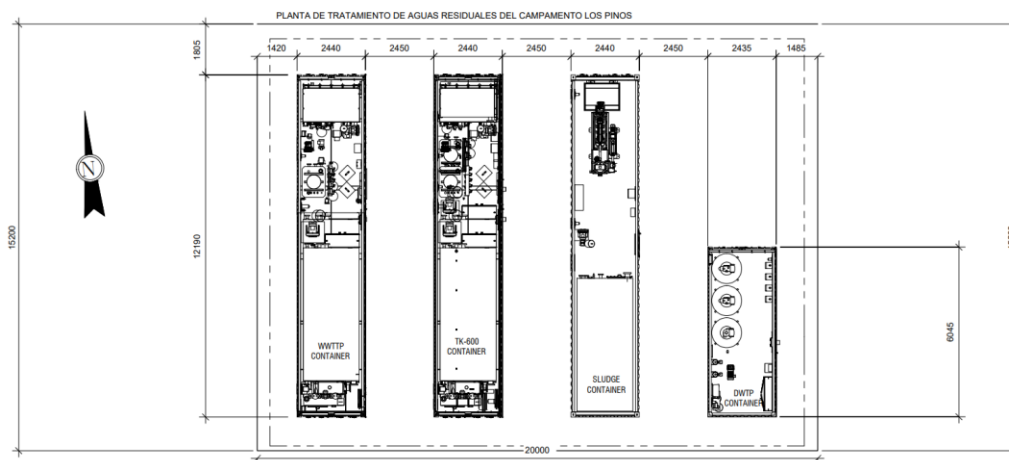


Figura 7-80 Celdas de Proceso de la Planta Tratamiento de Aguas Negras y Grises del Campamento Pinos

Fuente y elaboración: G-Mining, 2022

Cabe recalcar que el diseño no descarta el uso de un tanque séptico semi enterrado, que apoye al proceso en una etapa inicial, basados en la población actual del establecida, se proponen 6,6 m³ de capacidad.

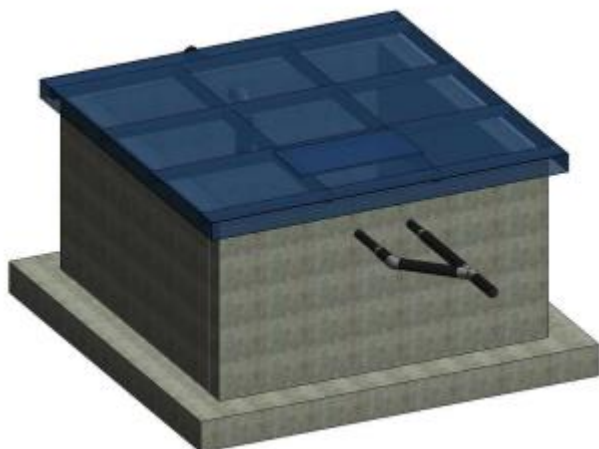


Figura 7-81 Tanque Séptico

Fuente y elaboración: G-Mining, 2021

Tabla 7-19 Ubicación Referencial del Punto de Descarga de Aguas Negras y Grises del Campamento Pinos

Infraestructura/ Instalaciones	Coordenadas de ubicación WGS84 Zona 17 Sur		Volumen Generado (l/s)	Cuerpo Receptor (disposición final)
	Este (m)	Norte (m)		
Punto de descarga de aguas negras y grises del campamento Pinos	697498	9658702	4,0	Quebrada Sin Nombre

Fuente y elaboración: G-Mining, 2022

7.2.7.1.2 Gestión de residuos

Mediante oficio No. MAE-2018-CGZ6-DPAC-001084, del 8 de agosto de 2018, del Ministerio del Ambiente, se obtuvo el Registro de Generador de Desechos Peligrosos y/o Especiales No. SUIA-07-2018-MAE-CGZ6-DPAC-00098 para el campamento Pinos.

Los residuos que se generen en la operación serán separados y almacenados temporalmente; y dispuestos mediante una empresa gestora debidamente autorizada, que recogerá de sitio dichos residuos.

En el caso específico de los residuos orgánicos, estos serán destinados al compostaje (u otro uso para desechos orgánicos) por parte de la comunidad bajo la modalidad de proyectos de desarrollo local.

7.2.7.1.3 Planificación de la Ocupación

En la Tabla 7-20 a continuación, se encuentra la estimación de personal en el tiempo.

Tabla 7-20 Estimación de Personal en el Tiempo

	Q1			Q2			Q3			Q4			Q1			Q2			Q3			Q4			Q1		
Item	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30	M31	M32	M33	M34	M35	M36	M37	M38	M39
Financing Available & Environmental License		X																									
Project ESIA - Construction Permitting		X																									
Project ESIA - Operation Permitting								X																			
Engineering & Procurement																											
Bridging (EP & Power Supply)																											
Detailed Eng'g and Procurement																											
Outside Consultants																											
69 kV Approvals																											
Fabrication & Delivery																											
Construction, Underground																											
Portal																											
Decline Mine Ramp																											
Pre-Production Mining																											
Mine Ramp Up																											
Ore Production to Support Process Plant																											
Mining infrastructure/ug services																											
Total, Construction, Underground																											
Construction, On-site																											
Movilización del contratista (infraestructura in situ)																											
Movimeinto de Tierras																											
Switchyard & Cuarto Eléctrico principal de MV																											

	Q1			Q2			Q3			Q4			Q1			Q2			Q3			Q4			Q1		
Item	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30	M31	M32	M33	M34	M35	M36	M37	M38	M39
Planta de Procesamiento									258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258					
Relavera													99	99	99	99	99	99	99	99							
Planta de Tratamiento de Agua												42	42	42	42	42	42	42	42	42	42						
Planta de Relleno										3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
Total, Construcción en Sitio					50	90	90	90	348	385	385	428	526	487	437	437	437	437	402	402	304	262	3	3			
Construcción, fuera del sitio				73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73									
Línea de Transmisión de 22 kV																											
Mobilización de contratistas de vías																											
Mejoras de la Carretera Principal																											
Línea de Transmisión de 69 kV																											
Equipos de Apollo																											
Equipo de construcción del propietario				50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50			
Equipo de apoyo				11	26	38	39	39	117	128	127	146	176	173	158	158	158	158	137	137	108	120	42	42			
Ambiente				50	50	50	75	75	75	100	100	100	125	125	125	125	125	125	100	100	100	50	50	50			
Geología				24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24												
Representantes de proveedores										16	16	16	16	16	16	24	24	24	24	24	24	24	24	24			
Apoyo de campamento				50	50	50	50	50	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100			
Total, Equipos de Apoyo				185	200	212	238	238	316	418	417	436	491	488	473	457	457	457	411	411	382	344	266	266			
Comisionado en Frío																											
Inicio de Comisionado en Caliente																								X			

	Q1			Q2			Q3			Q4			Q1			Q2			Q3			Q4			Q1		
Item	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30	M31	M32	M33	M34	M35	M36	M37	M38	M39
Mes	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30	M31	M32	M33	M34	M35	M36	M37	M38	M39
Discipline	Jan-23	Feb-23	Mar-23	Apr-23	May-23	Jun-23	Jul-23	Aug-23	Sep-23	Oct-23	Nov-23	Dec-23	Jan-24	Feb-24	Feb-25	Feb-26	Feb-27	Feb-28	Feb-29	Feb-30	Feb-31	Feb-32	Feb-33	Feb-34	Feb-35	Feb-36	Feb-37
Total construcción en sitio				258	323	375	405	405	741	881	875	960	1113	1103	1038	1022	1022	1022	869	869	741	742	406	406	32	0	0
Contingencia, 25%				64	81	94	101	101	185	220	219	240	278	276	260	256	256	256	217	217	185	186	102	102	8	0	0
Personal Operaciones																											
Mina (Gerencia, Operaciones, Mantenimiento)																100 100			120	120	140	140	160	160	189	189	189
Operación Planta de Procesamiento																			20 20			40	60	80	85	85	85
Alta Gerencia																			40			80	120	140	165	165	165
Contingencia, 25%																25 25			30	35	50	65	85	95	110	110	110
Total				322	404	468	507	507	926	1101	1094	1200	1392	1379	1298	1278	1403	1403	1236	1261	1176	1253	933	983	589	549	549

Fuente y elaboración: DRA Americas INC., 2022

Página en Blanco

7.2.7.2 Estación Experimental Agroecológica y Forestal “Las Quinoas”

La estación experimental y agroforestal “Las Quinoas”, comprende un área total de 9,285 hectáreas destinada a labores para el impulso a la educación ambiental, investigación y desarrollo de buenas prácticas agropecuarias y ambientales, encaminadas a ser un sitio demostrativo promoviendo el desarrollo y la réplica de tecnología a los visitantes y trabajadores. Este sitio consta de ocho invernaderos, un orquidario, un semillero, una zona de platabandas y un área informativa destinada para los visitantes. Dentro de este marco, este sitio se ha convertido en un área demostrativa, de investigación y participación de varias instituciones. En tal sentido, la estación experimental se ha enfocado en actividades de reproducción de especies nativas como *Polylepis incana*, mismas que se utilizan para cumplir con trabajos de reforestación de áreas intervenidas. Así mismo, este centro cuenta con una zona destinada a la conservación de suelos, cuyo objetivo es aumentar la productividad de las tierras mediante la construcción de terrazas en donde se realiza siembra de cultivos andinos. Además, dentro de la estación experimental se cuenta con el manejo de animales menores como ovejas, cobayos, conejos, truchas y aves de corral.

El 11 de junio del 2021 se tuvo la visita de técnicos de la Zonal 6 del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, con el objetivo de realizar la inspección técnica para la obtención de una patente de funcionamiento de un vivero forestal sin fines de lucro, pero con fines de manejo, producción, conservación e investigación de especies forestales nativas de los ecosistemas altoandinos; así como de un centro de rescate enfocado a las actividades de manejo, rehabilitación y liberación del venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*). En este sentido, el 02 de agosto del 2021 se obtuvieron las patentes de funcionamiento tanto del vivero forestal (MAATE-OTCU-2021-0062-AZUAY) como del centro de rescate “Las Quinoas” (MAATE-OTCU-2021-0063-AZUAY). Cada uno de estos centros de conservación cuentan con su propio plan de manejo. En relación con esto, a inicios de año se presentó el informe de actividades del vivero y del centro de rescate con el fin de obtener la renovación de las patentes de funcionamiento. En el Anexo H. 12. Estación Experimental se adjunta las patentes y registro fotográfico respectivo.

Tabla 7-21 Ubicación de la Estación Experimental Agroecológica y Forestal “Las Quinoas”

Nombre	Coordenadas Centroides WGS84 Zona 17 Sur		Área (ha)
	Este (m)	Norte (m)	
Estación Experimental Agroecológica y Forestal “Las Quinoas”	696697	9658436	9,03

Fuente y elaboración: DPMECUADOR SA, 2022

7.2.7.3 Estación meteorológica Quimsacocha 1

La estación meteorológica Quimsacocha 1, se encuentra ubicada en la Zona de Explotación a una cota de 3762 msnm, consiste en un equipo de marca Campbell Scientific, modelo CR300 Series, se encuentra instalado los siguientes sensores como piranómetro, barómetro, higrómetro, pluviómetro, anemómetro, veleta y termómetro, por ende, cuyas variables de medición son: Radiación solar, Temperatura, Humedad Relativa, Dirección y Velocidad del Viento, humedad del suelo y precipitación. El registro de datos es con intervalos de cada 5 minutos de manera permanente. En el Anexo H. 13. Estación Meteorológica se presenta las ficha técnica y registro fotográfico respectivo.

Tabla 7-22 Ubicación de Estación Meteorológica Quimsacocha 1

Nombre	Coordenadas Centroides WGS84 Zona 17 Sur		Área (ha)
	Este (m)	Norte (m)	
Estación Meteorológica Quimsacocha 1	698172	9663417	No aplica

Fuente y elaboración: DPMECUADOR SA, 2022

7.2.7.4 Estaciones Limnigráficas

El proyecto Loma Larga cuenta con una red de monitoreo de caudales que comprenden 9 estaciones limnigráficas de medición, de los cuales 7 son vertederos de cresta delgada y 2 son vertederos rectangulares, mismos se encuentran contruidos sobre muros de hormigón ciclópeo. Estos se encuentran ubicados en las quebradas D1, Quinahuaycu, Calloancay, Molino Pinos y Cristal-Alumbre. Para el registro de información automática se encuentra instalado en cada punto un sensor o transductor de presión de marca Global Water, modelo WL16, cuya frecuencia de registro es cada 15 minutos de los niveles de agua de manera consecutiva. En el Anexo H. 14. Estaciones Limnigráficas se presentan las fichas técnicas y registro fotográfico respectivo.

Tabla 7-23 Ubicación de Estaciones Limnigráficas

Nombre	Coordenadas Centroide WGS84 Zona 17 Sur		Área (ha)
	Este (m)	Norte (m)	
Estación limnigráfica D1 Bombas	698435	9663552	No aplica
Estación limnigráfica D1	698852	9663505	No aplica
Estación limnigráfica D2	698855	9663551	No aplica
Estación limnigráfica Quinahuaycu	698967	9663271	No aplica
Estación limnigráfica MA2	699918	9662544	No aplica
Estación limnigráfica Calloancay	698995	9660992	No aplica
Estación limnigráfica MA4	699687	9660574	No aplica
Estación limnigráfica Cristal	698029	9658736	No aplica
Estación limnigráfica Jordanita	698225	9658478	No aplica

Fuente y elaboración: DPMECUADOR SA, 2022

7.3 Requerimientos del Proyecto-Insumos, Materiales, Herramientas, Equipos y Personal

7.3.1 Materiales de Construcción

De acuerdo con lo señalado en el estudio de factibilidad, para la construcción y explotación se considerarán las siguientes cantidades:

Tabla 7-24 Principales Materiales para la Construcción y Explotación

Paquete	Unidad	Cantidad
Movimiento masivo de tierras	m ³	2 311 167
Movimiento detallado de tierra	m ³	35 268
Revestimiento de polietileno de alta densidad (HDPE)	m ²	227 736
Hormigón	m ³	11 668
Acero estructural	tonelada	1 051
Edificios	m ²	17 000
Equipos mecánicos	tonelada	860
Equipos mecánicos	No. de etiquetas	240
Trabajos en chapa	tonelada	507

Paquete	Unidad	Cantidad
Cable de energía	m	101 885
Cable de instrumentos	m	50 308

Fuente: Reporte Técnico NI-43101 Estudio de Factibilidad – Proyecto Loma Larga, DRA Americas INC., 2019

Por su parte, para la planta de procesamiento de mineral se realizará el movimiento de 409 648 m³ de tierras a granel, y 22 061 m³ de tierras finas, y se construirán aproximadamente 8277 m² de edificios. Los principales productos a granel a utilizarse se detallan a continuación, sin que estos sean los únicos requeridos.

Tabla 7-25 Principales Materiales de Construcción para la Planta de Procesamiento

Materiales y Herramientas	Cantidad	Usos Principales (no los únicos)
Hormigón	8142 m ³	Construcción de edificios
Acero estructural	724 t	Construcción de edificios
Trabajos en chapa	416 t	Construcción de edificios
Eléctrica (cables, etc.)	101 885 m	Instalación de cableado eléctrico para servicios e iluminación
Instrumentación	50 308 m	Equipamiento de la mina subterránea y edificios

Fuente: Reporte Técnico NI-43101 Estudio de Factibilidad – Proyecto Loma Larga, DRA Americas INC., 2019

7.3.2 Maquinarias y Equipos

7.3.2.1 *Construcción y Fase de Explotación*

La flota principal de vehículos mineros subterráneos (Tabla 7-26) apoyará las siguientes actividades subterráneas:

- > **Producción:** Se utilizarán los taladros para hacer perforaciones en la superficie de la roca para la voladura. El cargador ANFO transportará los explosivos de manera segura a la mina para colocarlos en las perforaciones antes de la voladura; cada voladura podrá generar hasta 137 dB pico en áreas subterráneas.
- > **Extracción:** Después de la voladura, se retirará la roca fragmentada con ayuda de los LHD, que cargarán la roca volada en los camiones de la mina para transportarla a la superficie. Actualmente, se considera una flota minera a diésel, sin embargo, existe la posibilidad de reemplazar los motores del equipo de extracción por motores eléctricos alimentados por batería, con el fin de que la mina sea más limpia y ecológica.
- > **Servicio y soporte:** Después de retirar la roca de un área, el techo debe ser seguro para una mayor voladura de producción; se utilizará el apernador de techo para instalar los pernos del techo y evitar caídas de rocas; adicionalmente, se aplicará concreto lanzado o proyectado (un revestimiento de mezcla de cemento) a las paredes del túnel para mejorar la adhesión de la roca a techos y a paredes.
- > Se utilizarán los elevadores de tijera para instalar servicios en los túneles, tales como los conductos de aire e iluminación.

Tabla 7-26 Maquinaria, Equipos y Herramientas

Maquinaria/ Equipo	Cantidad	Uso	Tipo de Energía para su Funcionamiento	Potencia y/o Capacidad (MW)
Cargador ANFO móvil	1	Para realizar funciones de carga explosiva durante la carga frontal y de	Diésel/hidráulico	0,066-0,129

Maquinaria/ Equipo	Cantidad	Uso	Tipo de Energía para su Funcionamiento	Potencia y/o Capacidad (MW)
		producción en minería subterránea y operaciones de túneles.		
Apernador de cable	1	Equipo de perforación de refuerzo especializado para instalación de pernos de cable agrupados con cemento en minas subterráneas y túneles.	Diésel/hidráulico	0,075
Taladro hidráulico de producción	4	Perforación subterránea: elevación de caída, atornillado de cable, perforación de ventilador, perforación de anillo, perforación paralela.	Diésel	0,056
Escariador	1	Para agujeros de 2,4 a 6,0 m de diámetro.	Diésel/hidráulico	0,413
Taladro Jumbo con 2 brazos	2	Sandvik DT821-C es un electrohidráulico de dos brazos jumbo para perforación rápida y precisa en túneles y excavación de cavernas.	Diésel	0,135
LHD de 17 toneladas	3	Cargador	Diésel/hidráulico	0,31
Camión de minas de 40 t	1	Camión minero subterráneo, de operación intermitente y continua. Genera hasta 100 dB a 1 m durante la aceleración.	Diésel	0,348
Apernador de techo	2	Gama completa de techo, nervaduras y pernos de piso.	Hidráulico	0,06
Elevador de tijera	1	Proporcionar una plataforma de trabajo segura para la instalación de servicios en encabezados de túneles de hasta seis metros (20 pies) de altura.	Diésel	0,12
Ventiladores axiales	4	Equipo de operación permanente instalado bajo tierra para extraer el aire viciado e ingresar aire fresco. Genera hasta 105 dB a nivel subterráneo y 60 dB en superficie.	Mecánicos	-

Fuente: <https://www.rdhsharf.com/wp-content/uploads/2018/08/AL150-AN-FO-Loader-Vehicle-2018.pdf>
<http://www.unitedminingrentals.com/pdf/under/DS421.pdf>
http://app.boartlongyear.com/brochures/StopeMasterHX_Tech%20Data_English_Nov_15_2013_v1.pdf
 Technical Specification: <https://www.epiroc.com/en-ca/products/raiseboring/robbins-92r>
<https://www.rocktechnology.sandvik/globalassets/products/underground-drill-rigs-and-bolters/pdf/dt821-c-specification-sheet-english.pdf>
<https://www.rocktechnology.sandvik/globalassets/products/underground-loaders-and-trucks/pdf/lh517i-specification-sheet-english.pdf>
<https://www.komatsuamerica.com/equipment/trucks/articulated/hm400-5>
<https://mining.komatsu/product-details/ramtrak-2300>
https://www.getman.com/images/downloads/Data_Sheets/A64_SL-S.pdf
 Elaboración: Entrix, 2022

7.3.2.2 Fase de Beneficio

Durante la fase de beneficio, la mayor cantidad de equipos y maquinaria se ubicará en la planta de procesamiento de mineral, que constituirán las principales fuentes de generación de ruido, como se detalla en la Tabla 7-27.

Tabla 7-27 Maquinaria y Equipos de la Planta de Procesamiento de Mineral

Fuente	Tipo de Equipo	Nivel de Sonido	Comentarios
Trituradora primaria	Trituradora de mandíbula	ns LWA (EN ISO 9614) * 124 dB al lado de la máquina	Equipo de operación permanente alojado dentro de un edificio que restringe el ruido.
Trituradora secundaria	Trituradora de cono	ns LWA (EN ISO 9614) * 124 dB al lado de la máquina	Equipo de operación permanente alojado dentro de un edificio que restringe el ruido.
Molino de bolas	Molino de bolas de 18' x 26,75' (25' EGL) a 5 MW	118 dB aproximadamente al lado de la máquina	Equipo de operación permanente alojado dentro de un edificio que restringe el ruido.
Filtros	Placa y marco	85 dB, sin secado al aire	Equipo de operación permanente alojado dentro de un edificio que restringe el ruido.

Fuente y elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

7.3.3 Productos Químicos/Reactivos a Utilizar

7.3.3.1 Procesamiento de Mineral

El uso de sustancias químicas se dará principalmente en el procesamiento de mineral, las cuales se transportarán al sitio como polvo seco, como ya se señaló, y se resumen en la Tabla 7-28.

Tabla 7-28 Uso y Transporte de Reactivos para Procesamiento de Mineral

Producto	kg/Día	kg sobre LOM	Tipos, Formas de Entrega y Usos	Requisito de Transporte de 36 t al Sitio por Mes
Cal hidratada	6600	30 638 246	Polvo-a granel	6 combinados
Cal hidratada-PTA	900	900 012	Mezclado en el sitio antes de usarse	
Floculante-BASF MF250	105	487 427	Polvo-bolsas de 25 kg Mezclado en el sitio antes de usarse	2 combinados
Colector de cobre 3418-A	75	348 162	Líquido-entregado en contenedores de 1000 L-dosificado directamente	
PAX	360	1 671 177	Polvo-bolsas de 25 kg. Mezclado en el sitio antes de usarse	
MIBC	480	2 228 236	Líquido-entregado en contenedores de 1000 L-dosificado directamente	

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Elaboración: Entrix, 2022

7.3.3.2 Planta de Tratamiento de Agua (PTA)

Se utilizarán cinco reactivos en la Planta de Tratamiento de Agua (PTA) (Tabla 7-29), que se entregarán en el sitio a través de camiones, en un área de bodegas temporales, en pallets o bidones, y se bombearán a un tanque designado para su almacenamiento. Los reactivos se almacenarán en un área designada de bodega temporal de la PTA, por separado, lejos de posibles fuentes de calor y puntos de ignición.

Tabla 7-29 Reactivos para la PTA con su Modo de Entrega y Requisitos de Almacenamiento

Reactivo	Modo de Entrega	Almacenamiento dentro de los Límites de la Instalación	Requisitos del Área de Bodegas Temporales
Floculante (MF5250 en polvo)	Pallet de bolsas de 25 kg	Dos pallets (30 bolsas cada una, 12 días de uso)	4 m ²
NaHS (hidrosulfuro de sodio)	Pallet de bolsas de 25 kg	Un pallet (30 bolsas, 10 días de uso)	2 m ²
Cal (hidrosulfuro de calcio)	A granel, con uso de camiones neumáticos	La capacidad del silo de 52 t proporciona 30 días de reactivo	Ninguno
TMT (organosulfuro)	Bidón o contenedor IBC	Un contenedor: 16 días	18 contenedores (18 m ²)
Ca(OCl) ₂ (hipoclorito de calcio)	Pallet de bolsas de 25 kg	Dos pallets (30 bolsas cada una, 10 días de uso)	4 m ²

Fuente y elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

En la fase de diseño de detalle, y una vez seleccionados los proveedores, se realizará una revisión detallada de la Hoja de datos de seguridad del material (MSDS, por sus siglas en inglés) para garantizar que el diseño final sea seguro y no conduzca a interacciones químicas no deseadas; para esto, se tomará en cuenta las reacciones y riesgos que los productos almacenados podrán tener, y las respectivas medidas de mitigación, adicionales a mantener secas las bodegas, y los reactivos encima del nivel del piso.

Tabla 7-30 Posibles Reacciones y Riesgos de los Reactivos de la PTA Almacenados

Reactivo	Peligros Potenciales	Mitigación
Floculante MF5250	El floculante puede ser resbaladizo cuando se mezcla con agua.	DRA sugiere un área delimitada específica para evitar riesgos de resbalones y tropiezos.
Hidrosulfuro de sodio (NaHS)	Altamente reactivo en presencia de ácidos.	Debe ser almacenado en un área de contención separada de cualquier ácido en el sitio.
Cal (hidrosulfuro de calcio)	Generalmente estable, pero puede ser un fuerte irritante cuando se mezcla con agua.	DRA sugiere una contención dedicada.
TMT (organosulfuro)	Debe almacenarse lejos de ácidos y productos químicos oxidantes, y en un ambiente que no sea susceptible a la congelación/escarcha.	Debe ser almacenado en un área de contención separada de ácidos y químicos oxidantes.
Hipoclorito de calcio (Ca(OCl) ₂)	Un poderoso oxidante.	Debe ser almacenado en un área de contención separada de ácidos y material orgánico.

Fuente y elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

7.3.4 Abastecimiento de Energía Eléctrica

La energía eléctrica será provista por la empresa pública local CENTROSUR S. A. (CENTROSUR), desde el Sistema Nacional Interconectado (SNI), de 230/138/69 kV, con energía provista de 69 kV y 22 kV. El suministro principal de 69 kV/25 MVA se conectará a la red que se extiende entre Lentag y Victoria del Portete, con la subestación eléctrica ubicada cerca de Girón, y constituirá la alimentación principal que se conectará a la subestación eléctrica que se instalará en el área del portal.

El suministro de 22 kV provendrá de una subestación de distribución ubicada en San Fernando, y constituirá el suministro de energía de respaldo en caso de emergencia, así como el suministro inicial hasta que concluya la línea de 69 kV.

La construcción de la línea de transmisión de 69 kV fuera del sitio comenzará cuando se tengan los permisos y las aprobaciones de CENTROSUR, de forma que esté lista para la puesta en marcha de la planta de procesamiento de mineral.

En caso de emergencias por falta de suministro eléctrico, se utilizarán generadores a diésel.

Durante la preproducción del Proyecto, se utilizarán generadores eléctricos iniciales hasta que se alimente la línea de 22 kV.

7.3.5 Combustibles

Para la operación de los vehículos y maquinaria durante el desarrollo del Proyecto, se requerirá del uso de combustible, que corresponde a gasolina, para los vehículos de transporte dentro de las instalaciones, y diésel, para el funcionamiento de la maquinaria. Las cantidades específicas requeridas se señalan en la Tabla 7-31.

Tabla 7-31 Combustible a Utilizarse al Día

Material	Cantidad (galones)	Proceso en el que es Empleado	Condiciones de Almacenamiento (INEN 2266 o la que lo reemplace)	No. CAS/ ONU
Diésel	2115	Camiones mina, vehículos internos, generadores eléctricos, equipos varios.	Identificación y etiquetado conforme a la norma. Durante el almacenamiento y manejo general de materiales peligrosos no se debe mezclar los siguientes materiales: Combustibles con comburentes. Líquidos inflamables con comburentes. Otros (ver tabla de incompatibilidad química en el Anexo K de la norma).	1993
Gasolina	1590	Vehículos para transporte dentro de las instalaciones	Toda persona natural o jurídica que almacene y maneje materiales peligrosos debe contar con los medios de prevención para evitar que se produzcan accidentes y daños que podrían ocurrir como resultado de la negligencia en el manejo o mezcla de productos incompatibles.	1203

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020
Elaboración: Entrix, 2022

7.3.6 Explosivos

Inicialmente, durante el desarrollo del túnel, los explosivos se almacenarán en un área excavada en el túnel con una puerta de acero cerrada. Los accesos serán controlados por el líder del turno de trabajo. Los explosivos almacenados serán ANFO, detonadores y algunos explosivos empaquetados. Todas las áreas de almacenamiento estarán equipadas con extintores. Una vez que se haya completado el túnel hacia la mina, se instalará un polvorín, a más largo plazo, al menos a 60 m del final de la rampa. La señalización adecuada asegurará que las fuentes de ignición se mantengan a una distancia segura. Se instalarán cargadores separados para explosivos y sistemas de detonadores (al menos a 8 m de distancia). Durante la fase de construcción de la mina subterránea y la explotación del mineral, se utilizarán explosivos, como se señala en la Tabla 7-32.

Tabla 7-32 Explosivos a Utilizarse

Tipo de Explosivos	Cantidad	Uso
ANFO (nitrato de amonio y combustible) * Entre los explosivos a almacenarse están los siguientes: Emulsen 5000X,	2,500 kg/día	En el área de la mina para la voladura de suelos rocosos

Anfo Aluminizado, Anfo normal. Se incluye detalle de los explosivos y detonadores en Anexo H.11 Información de Explosivos.		
--	--	--

Fuente: Reporte Técnico NI-43101 Estudio de Factibilidad – Proyecto Loma Larga, DRA Americas INC., 2019

7.3.7 **Fuerza Laboral-Mano de Obra y Personal**

Los requerimientos de mano de obra se han segmentado en construcción, operación y cierre; donde se detalla al personal que formará parte del PLL. El porcentaje de contratación será nacional en un 80% y extranjero en calidad de expatriado (menor al 20 %), considerando el término expatriado, al personal extranjero que vendrá a laborar al proyecto.

Para el cumplimiento del Art. 75 de la Ley de Minería, acerca del empleo a personal nacional, DPMECUADOR SA operará con un sistema de Círculos de Expansión para cobertura de la demanda laboral. El sistema define en cuatro anillos:

Primer anillo: Está en concordancia con la Zona de Influencia Directa, para el caso se identifica a: Comuna Sobrederas, Comunidad Cristal – Aguarongos y Comunidad de Durazno. Para la incorporación de empleo se priorizará la oferta laboral de estas tres comunidades. Por el universo población reducido del Primer Anillo, se pasará al Segundo Anillo expandiendo la cobertura geográfica con respecto al centro de operaciones que corresponde a la Zona de Influencia Directa.

Segundo anillo: Una vez agotada las posibilidades de oferta laboral del Primer Anillo, pasamos al segundo espacio geográfico que tiene relación con las parroquias incorporadas en la Zona de Influencia Indirecta en el Proyecto Loma Larga. Para el caso: Parroquias Chumblín del Cantón San Fernando, San Gerardo del Cantón Girón y Victoria del Portete del Cantón Cuenca. Con la misma lógica de cobertura laboral y expansión geográfica, de ser necesario se tomaría en cuenta el Tercer anillo.

Tercer Anillo: En el caso de que el Segundo Anillo no cubra la demanda laboral necesaria para el desarrollo del Proyecto, se pasará a considerar la tercera zona geográfica extendida desde el centro (Zona de Influencia Directa), seguida por las parroquias de la Zona de Influencia Indirecta, hasta llegar a las cabeceras cantonales y de ser el caso se podría incorporar el nivel provincial. Para el caso, cantones: San Fernando, Girón y Cuenca. Los tres se incluyen en la provincia del Azuay.

Cuarto Anillo-Personal técnico especializado: Conforme lo determina el Art.75, la primera opción es para técnicos ecuatorianos, que en concordancia con las políticas de DPM y a la ubicación geográfica del proyecto se priorizara conforme a los Círculos de Expansión. Para el caso el margen de cobertura geográfica se extenderá a nivel nacional. Agotado este cuarto círculo se procedería a la contratación de técnico extranjeros especializado, siempre que cumplan con la normativa para sus respectivos permisos de trabajo.

La capacitación de personal responderá a un Programa elaborado específicamente para el Proyecto Loma Larga. El mismo incluirá una fase previa a la contratación de mano de obra para la fase de Construcción, continuará durante toda esta fase con el objetivo de seleccionar personal entrenado para la fase de Operación. Previamente DPMECUADOR SA seleccionará los mecanismos y estrategias adecuadas e idóneas, incorporando el servicio de los Centros de Entrenamiento para minería existentes en el Ecuador y de considerarse necesario con asistencia extranjera.

DPMECUADOR SA contempla un Programa Articulado de Recursos Humanos y Responsabilidad Social para coadyuvar con el bienestar del trabajador y extendido hacia sus familias. Para cumplir con este objetivo, las familias estarán integradas a Programas de Mejoramiento de Calidad de Vida, bajo la responsabilidad de la línea de Trabajo Social del Área de Recursos Humanos, que promoverá el bienestar del trabajador y sus familias con respecto a la empresa y al proyecto minero; y del Área de Progresión Social y Relaciones Externas para integrar a las familias en los Proyectos de Mejoramiento de economía local, cultura y progresión educativa.

Tabla 7-33 Mano de obra calificada y no calificada requerida en el PLL (80 % Nacional)

FASES DEL PROYECTO	MANO DE OBRA: CALIFICADA / NO CALIFICADA				PROCEDENCIA MANO DE OBRA (%)										TOTAL PERSONAL %	CRITERIOS PARA DESIGNACIÓN DE PORCENTAJES PARA LA INCORPORCIÓN DE MANO DE OBRA
	Función	Calificada	No Calificada	Rango N° de Personal Por Fase	Provincia	Cantón			Parroquia			Localidades				
					Azuay	Cuenca	Girón	San Fernando	Victoria del Portete	San Gerardo	Chumblín	Duraznos	Cristal Aguaringos	Comuna Sombrederas		
CONSTRUCCIÓN	Rampa de mina. Minería-preproducción. Rampa de extracción mina. Servicios Mineros_excavación. Relavera. Planta de Procesamiento. Planta de Tratamiento de Agua. Planta de Relleno. Infraestructuras auxiliares y áreas de procesos.	x		406 a 1200	7	10	10	9	15	11	8	3	3	4	80	El porcentaje de PMONC prioriza el anillo 1 sobre universo poblacional y PEA que corresponde a la zona de influencia directa. El anillo 2 incorpora la zona de influencia indirecta , priorizando las parroquias de mayor proximidad al proyecto- (Chumblín, San Gerardo y Victorial del Portete). El porcentaje de PMONC del anillo 2 toma en cuenta el universo poblacional y PEA El anillo 3 corresponde a los Cantones (Cuenca, Girón y San Fernando) y Provincial (Azuay). El porcentaje del anillo 3 responde al aporte fundamentalmente de PMOC.
	Actividades varias de maestranza y servicios		x	62 a 98												
OPERACIÓN	Equipos de Operación Mina Ambiente. Geología. Campamentos. Equipo de Operación para Procesos y logística. Equipo de Mantenimiento general	x		439 a 471	7	12	9	8	12	12	10	3	3	4	80	El porcentaje de PMONC continúa con la lógica de priorizar el anillo 1, seguido de los anillos 2 y 3 en caso de no cubrir el número de empleo requerido. El porcentaje de PMOC tiene baja variación con respecto a la fase de Construcción, lo que implica que su porcentaje en términos comparativos con el total de empleados se incrementa.
	Actividades varias de maestranza y servicios		x	98 a 119												

FASES DEL PROYECTO	MANO DE OBRA: CALIFICADA / NO CALIFICADA				PROCEDENCIA MANO DE OBRA (%)										TOTAL PERSONAL %	CRITERIOS PARA DESIGNACIÓN DE PORCENTAJES PARA LA INCORPORCIÓN DE MANO DE OBRA
	Función	Calificada	No Calificada	Rango N° de Personal Por Fase	Provincia	Cantón			Parroquia			Localidades				
					Azuay	Cuenca	Girón	San Fernando	Victoria del Portete	San Gerardo	Chumblín	Duraznos	Cristal Aguarongos	Comuna Sombrederas		
CIERRE	Desmantelamiento	x	x	439 a 150	6	13	11	9	13	12	10	2	2	2	80	La reducción de PMONC toma en cuenta la lógica de priorización por anillos para garantizar el empleo de la población de la zona de influencia directa. Sin embargo, por las características del tipo de trabajo en el cierre, la PMOC se especializa.
	Rehabilitación y Remediación de áreas Disturbadas	x	x													
	Monitores y Post Cierre	x	x													

Fuente: DPMECUADOR SA, 2022
Elaboración: Entrix, 2022

Tabla 7-34 Estimación de Personal Total en el Tiempo

FASE	CONSTRUCCIÓN												
Año/Mes	1												
	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	
N° de Personal	–	–	–	322	404	468	507	507	926	1101	1094	1200	
FASE	CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN												
Año/Mes	2												
	M25	M26	M27	M28	M29	M30	M31	M32	M33	M34	M35	M36	
N° de Personal	1392	1379	1298	1278	1403	1403	1236	126	1176	1253	933	983	
FASE	OPERACIÓN												
Año/Mes	3 ... (hasta la vida útil de mina)												
	M37	M38	M39	M40	M41	M42	M43	M44	M45	M46	M47	M48	
N° de Personal	589	549	549	549	549	549	549	549	549	549	549	549	

Fuente: DPMECUADOR SA, 2022
Elaboración: Entrix, 2022

7.4 Requerimiento y Gestión de Agua

7.4.1 Usos y Requerimientos de Agua

Considerando los diseños establecidos para el Proyecto, así como los equipos e insumos planeados, se ha definido el consumo de agua que se tendrá en cada una de las etapas de ejecución del Proyecto, que se detalla a continuación.

Tabla 7-35 Consumo de Agua en la Etapa de Construcción

Fuente de Captación	Uso	Cantidad Requerida (L/s)
Quebrada Alumbre y agua del sitio	Control de polvos, regadío de vías	0,6944
	Producción de concreto	0,5208
	Baños, alcantarillados y otros	0,1157

Fuente: Reporte Técnico NI-43101 Estudio de Factibilidad – Proyecto Loma Larga, DRA Americas INC., 2019
Elaboración: Entrix, 2022

Tabla 7-36 Consumo de Agua en la Etapa de Operación

Fuente de Captación	Uso	Cantidad Requerida (L/s)
Quebrada Alumbre	Planta de procesamiento de mineral y mina	8

Fuente: Reporte Técnico NI-43101 Estudio de Factibilidad – Proyecto Loma Larga, DRA Americas INC., 2019
Elaboración: Entrix, 2022

Como resultado al diseño de la planta de procesamiento de mineral, el consumo de agua en la fase de operación ha sido minimizado, dado que el agua será recuperada en el circuito interno en base al uso de espesadores y filtros.

7.4.2 Captación de Agua Superficial

DPMECUADOR SA, posee una autorización vigente para uso y aprovechamiento de agua en actividades industriales mineras, que corresponde a la captación de hasta 8 L/s tomados de la quebrada Alumbre, ubicada en la parroquia San Gerardo, del cantón Girón. La autorización fue renovada el 11 de octubre de 2016 (Anexo A Documentos Legales, A.35 Renovación Permiso Uso Agua 2016).

En función de la autorización señalada, se establecerá un sistema de captación de agua que consistirá en una bomba sumergible insertada en un lugar adecuado cerca del punto de captación indicado, esta instalación se realizará de conformidad con las guías técnicas emitidas por ARCA y permitirá además realizar una medición del caudal captado considerando la Guía Técnica para la Selección de Sistemas de Medición de Agua Cruda (Regulación No. DIR-ARCA-RG-008-2017).

Se construirá un reservorio de agua en el campamento Pinos, que proveerá una capacidad de almacenamiento de 50,000 m³ para las operaciones mineras, desde el cual el agua se bombeará a través de una tubería instalada dentro del derecho de vía (DDV) de la vía de acceso al sitio.

Tabla 7-37 Listado de accesorios para el Reservorio de Agua

Código	DN (mm)	Cantidad	Material	Longitud (m)	Descripción
1	400	2	HD	1,00	Pasamuro PN 10
2	400	1	HD		Junta Desmontaje PN10
3	400	1	HD		Válvula Compuerta PN10

Fuente: Guayas, 2015

La instrumentación por emplear consta de todos los elementos que son necesarios para realizar la limpieza o control de altura de agua en el reservorio. El listado de accesorios se encuentra detallado en planos constructivos del Informe Final del estudio del reservorio.

Tabla 7-38 Ubicación del Punto de Captación de Agua del Proyecto

Cuerpo de Agua de Captación	Uso	Coordenadas WGS84 17 Sur		Altitud (msnm)	Caudal Disponible (L/s)	Caudal Ecológico (L/s)
		Este (m)	Norte (m)			
Quebrada Cristal-Alumbre*	Uso Industrial (minería fase de exploración avanzada)	698218	9658510	3569	8	5,535
Nota: * Quebrada Alumbre de acuerdo a la toponimia de la cartografía en formato digital del Instituto Geográfico Militar.						

Fuente: Trámite Nro. DHJ-2010-18-A.P., acumulado al 6397-2009-C, 2016
Elaboración: Entrix, 2022

De acuerdo con los requisitos de balance hídrico, el exceso de agua del sitio, proveniente de la planta de procesamiento de mineral, relavera, pila de almacenamiento de estéril, pila de almacenamiento de mineral, así como también agua proveniente de la mina, será enviada a la planta de tratamiento de agua (PTA) para ser tratada, y luego se descargará en el mismo curso de agua (quebrada Alumbre).

Una línea de retorno para el exceso de agua seguirá la misma ruta de acceso y, por ende, se ubicará también dentro del derecho de vía (DDV) de esta vía.

7.4.3 Manejo de Precipitaciones y Escorrentía Natural

La mina se ubica en una zona de alta precipitación, de ahí que el manejo de la entrada de agua, la eficiencia y el control de calidad son una prioridad, por lo que lo señalado en esta sección constituye el Plan de Manejo de Agua natural del PLL.

El sitio del Proyecto drena principalmente de oeste a este, y esto se tomará en cuenta para desviar en lo posible la escorrentía natural de la infraestructura del Proyecto. En este sentido, la entrada de agua al sitio se limitará a través de la instalación de bermas de desvío y trincheras en el límite occidental; esta agua se direccionará directamente aguas abajo del sitio del Proyecto en su curso natural.

De forma básica, se tomará en cuenta que el término “agua de contacto” se utiliza para hacer referencia a cualquier agua que caiga sobre las áreas mineras o de procesamiento, y será contenida en las piscinas establecidas. Esta agua se bombeará de nuevo y se utilizará en el área de proceso, y no se permitirá que entre en cursos de agua naturales hasta que haya sido tratada y probada para garantizar el cumplimiento de las especificaciones de descarga del sitio.

El término “agua limpia” se utiliza para hacer referencia a cualquier escurrimiento de agua que ocurre fuera de las áreas mineras, la relavera o de procesamiento. Esta agua se controlará y drenará naturalmente en el ambiente de acuerdo con las recomendaciones del plan de manejo ambiental.

7.4.3.1 Captación y Desvío

La captación de precipitaciones dentro del área del sitio, según la localización topográfica de las instalaciones del Proyecto, en combinación con los niveles finales de diseño, permiten dividir el área afectada, que se ha dividido en tres zonas de manejo de la escorrentía (Figura 7-82), que se describen a continuación:

- > Zona 1 (azul): Incluye al área administrativa, una porción de la vía de acceso principal, portal de salida de la mina subterránea, vía de acarreo de materiales, pila de almacenamiento de estéril y zona de almacenamiento de suelos.



7-126 Descripción del Proyecto

Las zonas mencionadas anteriormente, recolectarán las aguas lluvias en zonas de almacenamiento independientes, de la siguiente forma: piscina de manejo de aguas de contacto del área de la mina en la zona 1, piscina de manejo de aguas de contacto de la planta de procesamiento de mineral en la zona 2, y piscina de manejo de aguas de contacto con relaves en la zona 3.

Estas piscinas han sido diseñadas para almacenar el total de las contribuciones de las aguas lluvias en cada zona, de acuerdo con la intensidad de una tormenta de 100 años y 24 horas de almacenamiento, incluyendo los volúmenes adicionales generados en las instalaciones de la mina que lo requieran. Las aguas lluvias serán direccionadas hacia cada piscina a través de cunetas, alcantarillas y canales; adicionalmente, las bases de las zonas con material de excavación y almacenamiento proveniente de la mina serán protegidas con membranas impermeables, que protegerán los suelos naturales de infiltración, garantizando así la calidad de las aguas subterráneas y controlando las aguas lluvias que requieren ser usadas dentro del proceso.

Dentro de la zona en la planta de procesamiento de mineral, las áreas de proceso agrupadas capturarán cualquier lluvia que caiga directamente sobre dichas áreas, incluyendo cualquier derrame que pueda ser atrapado en la escorrentía. Estas áreas agrupadas están equipadas con sumideros y bombas para devolver a las secciones de proceso pertinentes el agua y los lodos que están dentro de las zonas de concreto; el agua de estas áreas no entrará en las piscinas de contacto. Las precipitaciones en las áreas de la planta de procesamiento de mineral, tales como: vías internas, áreas de estacionamiento, subestaciones eléctricas (excluyendo las bahías para derrame de aceite del transformador), se dirigen hacia la piscina de manejo de aguas de contacto de la planta de procesamiento de mineral (Figura 7-83).



Figura 7-83 Segregación de Lluvias en la Planta de Procesamiento de Mineral

Fuente y elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

7.4.3.2 Secuencia de Construcción de la Mina y Planta de Procesamiento de Mineral

Se seguirá una secuencia específica de construcción de la mina y de la planta de procesamiento de mineral, a fin de cumplir con el Plan de Manejo del Agua establecido (Figura 7-83).

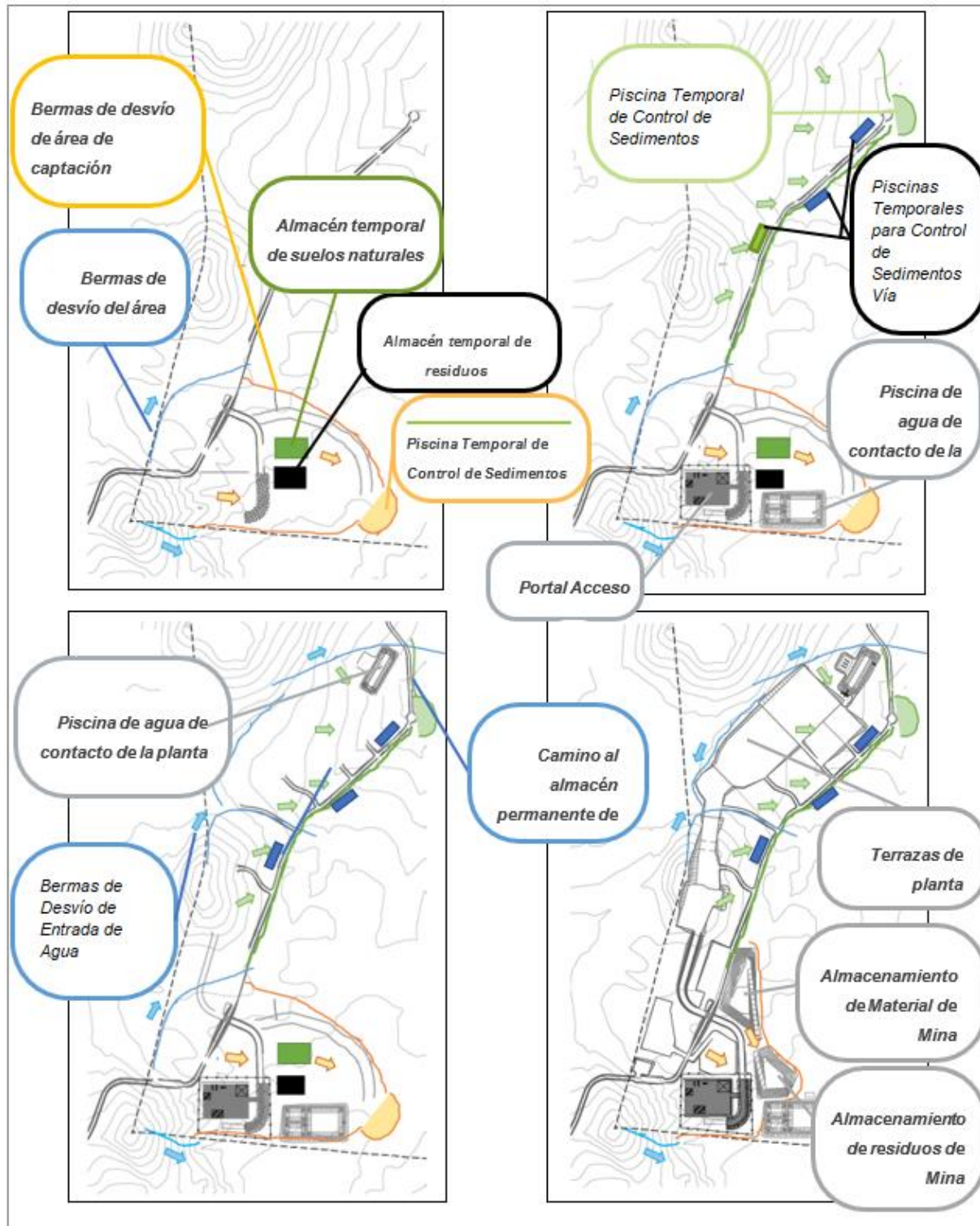


Figura 7-84 Secuencia de Construcción de la Mina y la Planta de Procesamiento de Mineral

Fuente y elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Antes del inicio de la construcción como tal, se debe establecer un área de manejo de escorrentía y control de sedimentos con el uso de equipos de movimiento de tierra, siguiendo estos criterios:

- > Las bermas de desvío de ingreso de agua garantizarán que permanezca fuera del área identificada y no pueda entrar en el área establecida como potencialmente contaminada.
- > El agua de escorrentía dentro del área identificada se direccionará a unas piscinas temporales y algunas permanentes para control de sedimentos, donde se podrán tratar, de acuerdo con sus parámetros de calidad.
- > Una vez establecidas estas áreas y las localizaciones de las piscinas, los movimientos de tierra con la zona podrán comenzar a establecer terrazas para los diversos elementos identificados. Las áreas de almacenamiento temporal y permanente deben estar impermeabilizadas antes de recibir las aguas.

Después del establecimiento inicial, la vía existente en el área del sitio se acondicionará y servirá como una berma de captación para el agua de escorrentía direccionándola a las piscinas temporales como control de sedimentos. El portal de la mina y la piscina de manejo de aguas de contacto del área de la mina también se establecerán durante este periodo.

Después del acondicionamiento de la vía de acceso, se establecerá la piscina de manejo de aguas de contacto de la planta de procesamiento de mineral. Esta piscina también estará equipada con instalaciones de tratamiento de agua para tratarlas previo a la descarga en función de los límites máximos permisibles.

A continuación, se establecen las vías de acceso a las terrazas y las bermas de desvío de agua de entrada para las zonas de la terraza sin infraestructura. Las vías del sitio se desarrollarán para incluir el acceso a la zona permanente de almacenamiento de suelo natural, lo que permite el establecimiento de la reserva permanente de este suelo. Los almacenamientos temporales de suelo natural se moverán al sitio permanente. En esta instancia, el área de captación de agua escorrentía y sedimentos se desvía a las instalaciones de la piscina de manejo de aguas de contacto del área de la mina permanente, y las piscinas de sedimentos temporales se mantienen vacías para situaciones de emergencia.

Tras el establecimiento del acceso al almacenamiento permanente de suelos naturales y la posterior eliminación de los almacenamientos temporales, se podrán establecer las zonas permanentes de almacenamiento de residuos y de material para procesar. Esto permitirá que el desarrollo minero y los trabajos de construcción de terrazas continúen.

7.4.3.3 Obras Superficiales de Drenaje

En función de la distribución antes señalada, en cada una de las zonas establecidas se instaurarán obras superficiales de drenaje.

Tabla 7-39 Listado de Obras Superficiales de Drenaje

Tipo de Cuneta/Canal	Material	Longitudes Aproximadas (m)
Tipo 1	Grava/pasto	1551
Tipo 1	Concreto	21
Tipo 2	Grava/pasto	264
Tipo 2	Concreto	22
Tipo 2B	Grava/pasto	422
Tipo 2B	Concreto	167
Tipo 9	Concreto	165
Alcantarilla (D = 0,60m)	Concreto	128
Alcantarilla (D = 1,00m)	Concreto	38

Fuente y elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

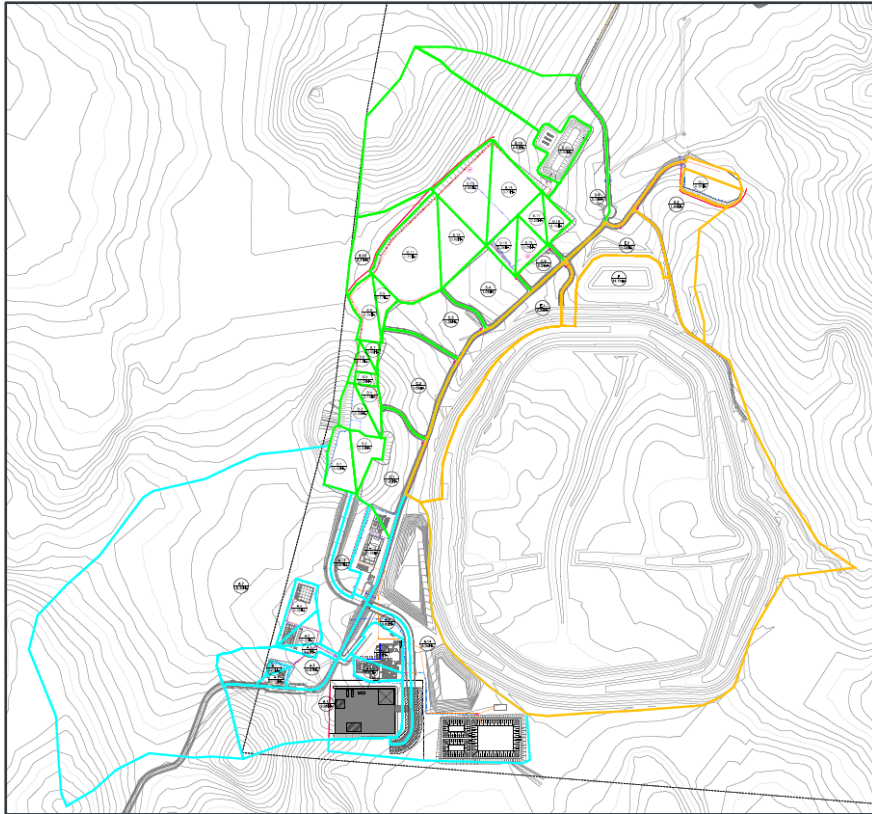


Figura 7-85 Ubicación de Obras Superficiales de Drenaje

Fuente y elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

7.4.3.4 Obras de Control de Erosión y Sedimentos

Adicional a las piscinas temporales y permanentes para las aguas de escorrentía y de contacto, conjuntamente a las bermas de desvío para las áreas sin infraestructura, se implementarán obras de control de erosión y sedimentación complementarias, tales como:

- > Cunetas o zanjas colectoras aguas arriba de las bermas, para direccionamiento efectivo y rápido de las aguas de escorrentía, incluyendo protección de fondo para condiciones de alta pendiente, como cobertura natural, enrocados, membranas o concreto.

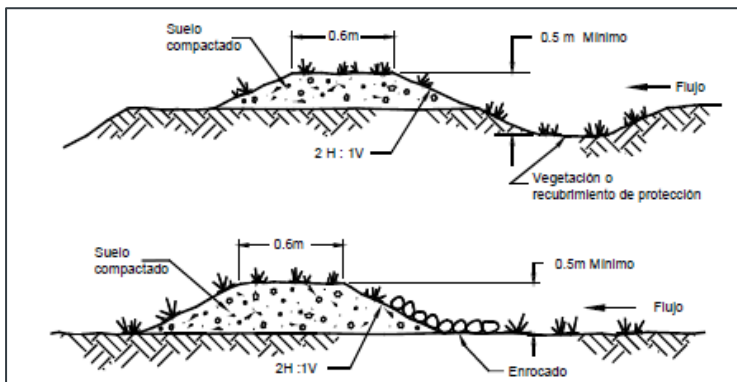


Figura 7-86 Bermas de Desvío Típicas

Fuente y elaboración: Suárez, J. Control de erosión en zonas tropicales.

- > Revegetación de áreas específicas usando especies nativas para control de erosión por escorrentía y formación de cárcavas a través de trinchos, biomantos, barreras de ramas o hidrosiembras. Trinchos similares sin material de relleno con barrera de geotextil, pueden ser usados para disipación de energía, control de erosión y sedimentos a lo largo de las cunetas de las vías en áreas con altas pendientes.

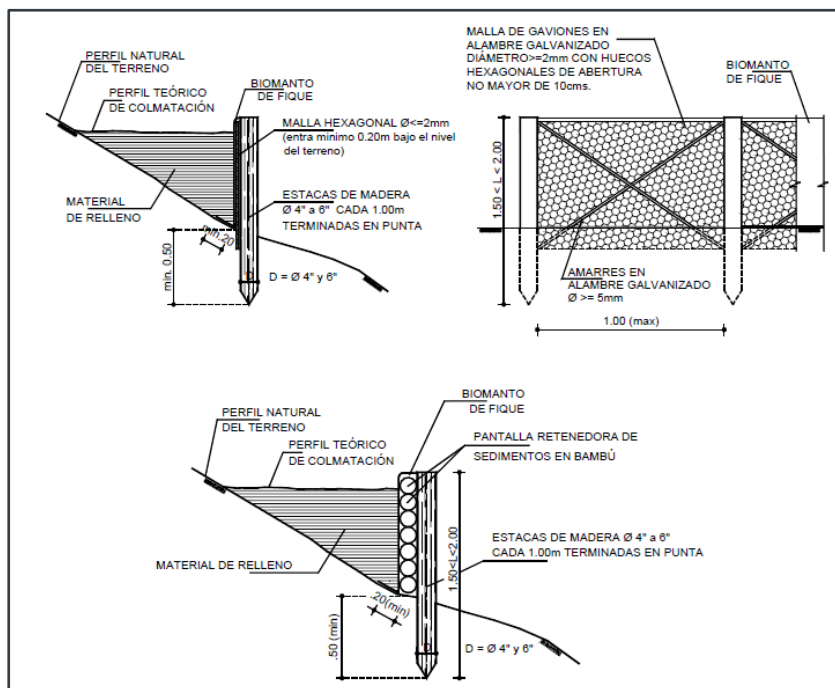


Figura 7-87 Trinchos Típicos para Restablecer Cobertura en Zonas de Alta Pendiente

Fuente y elaboración: Suárez, J. Control de erosión en zonas tropicales.

- > Barreras de geotextil perimetrales en las zonas de trabajo para control de importantes porcentajes de sedimentos. Alternativas, como barreras de piedra, bolsa con grava o mezclas de suelo cemento/arena o barreras de ramas, también podrán ser usadas.

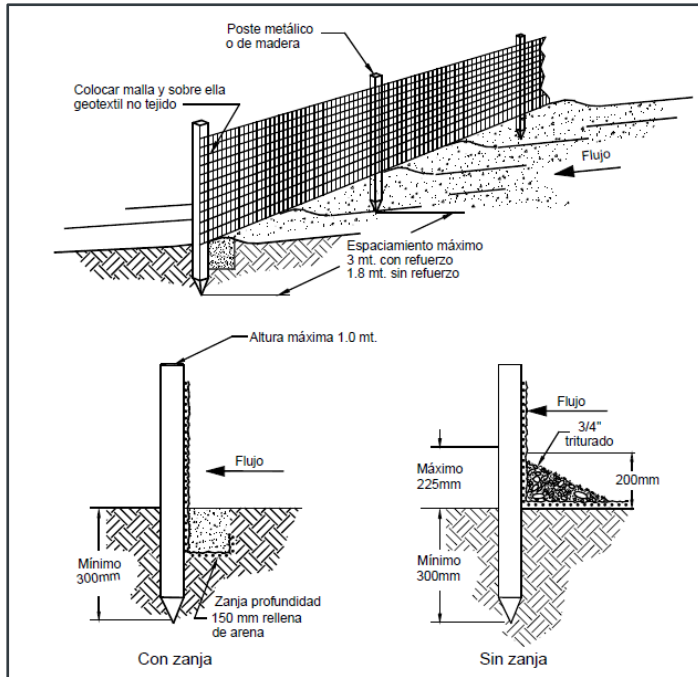


Figura 7-88 Barrera Perimetral con Filtro Típica

Fuente y elaboración: Suárez, J. Control de erosión en zonas tropicales.

Cunetas temporales, pasos provisionales en cruces de agua, manejo del polvo con humidificación u otros productos biodegradables serán usados como parte de las medidas de control de erosión y sedimentos durante la construcción.

7.4.3.5 Criterios de Diseño Civil

Para la ejecución de las obras antes descritas se considerarán los criterios de diseño civil que se describen a continuación.

7.4.3.5.1 Drenaje General

Todas las terrazas deben ser drenadas libre de encharcamiento, así como también tendrán una pendiente mínima de 1:100 (1 %), en al menos una dirección, con un máximo de 1:50 (2 %) en secciones transversales en cualquier dirección.

El drenaje superficial con canales abiertos será la solución principal. El drenaje del subsuelo será la solución secundaria. En las zonas donde no se pueden eliminar los encharcamientos, se diseñarán conductos de drenaje subterráneos.

7.4.3.5.2 Vías

El drenaje adecuado debe tener capacidad para la escorrentía máxima esperada, con mínimo encharcamiento e infiltración de agua en la estructura de la carretera. El drenaje de la carretera se recogerá en canales abiertos, siempre que sea posible, y se transportará a los puntos de descarga naturales.

7.4.3.5.3 Terrazas

El sistema de drenaje en sitio consistirá en una combinación de terrazas diseñadas, bermas de protección, vías internas, cunetas y canales de drenaje, y alcantarillas de cruce en todo el sitio de la planta. El sistema se diseñará para evitar que el agua de contacto se mezcle con agua limpia, siempre que sea posible.

Cuando sea posible, se utilizarán canales de drenaje en forma trapezoidal.

Los tramos de tubería de alcantarilla utilizados para los cruces por carretera deberán tener una sección transversal mínima de 600 mm para fines de mantenimiento y limpieza.

Cuando las alcantarillas de aguas pluviales se utilicen como vías de servicio para otras utilidades, el tamaño mínimo será de 1200 x 1200 mm, con los servicios conectados en la parte superior o en las paredes laterales de las alcantarillas.

Para minimizar la acumulación de sedimentos dentro de las piscinas se utilizarán trampas de filtración. Se instalará piedra pegada o membranas de cubrimiento para controlar la erosión debido a la canalización de agua en áreas donde las velocidades del flujo sean altas debido a las condiciones del terreno.

7.4.3.5.4 Filosofía de Diseño

Se adoptará el siguiente enfoque en el diseño y la gestión de la escorrentía de agua de lluvia:

- > Los canales de agua limpia pueden ser forrados o sin forrar, dependiendo de las velocidades del flujo, teniendo en cuenta la acción de autolimpieza.
- > Los disipadores de energía (que consisten en cestas de gaviones o lechos de piedra) se utilizarán cuando sea necesario, para lograr el flujo laminar en el punto de descarga y evitar la erosión.

7.4.3.5.5 Método Racional de Cálculo de Caudales

El Método Racional es un método de estimación de escorrentía basado en la relación con el flujo máximo con el área de descarga, la intensidad de la precipitación y un coeficiente de escorrentía.

El Método Racional se expresa como:

$$Q = 2,78 CIA$$

Donde:

Q - flujo en litros por segundo

A - área de drenaje en hectáreas

C - coeficiente de escote, sin dimensiones

I - intensidad de las precipitaciones en mm/h

Las alcantarillas pluviales estarán diseñadas para drenar todas las tierras de las zonas de captación individuales en función del Método Racional, para superficies de drenaje no superiores a 40 ha.

7.4.3.5.6 Frecuencia/Intensidad de Diseño

El drenaje del sitio se diseñará para una frecuencia de eventos de 1 en 50 años y 24 horas, en el caso de las piscinas. Los canales y tuberías de descarga de los techos se diseñarán para una intensidad máxima de 1:50 años y 60 minutos de evento.

Las frecuencias de tormenta de diseño para los sistemas de drenaje de aguas superficiales para todas las zonas se basarán en las intensidades de tormenta y precipitación de una frecuencia de dos años para sistemas menores, como cunetas y canales, y de 10 años para cruces de alcantarillas en la curva Intensidad duración-frecuencia (IDF) de la estación El Labrado.

ESTACIÓN		INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES	R	R ²
CÓDIGO	NOMBRE				
M0141	EL LABRADO	5 < 15	$i = 102.6808 * T^{0.2373} * t^{-0.5073}$	0.9804	0.9611
		15 < 60	$i = 146.5836 * T^{0.2062} * t^{-0.6077}$	0.9915	0.9830
		60 < 1440	$i = 363.4344 * T^{0.1650} * t^{-0.8037}$	0.9986	0.9971

T (min)	Período de Retorno T (años)					
	2	5	10	25	50	100
5	53.5	66.5	78.4	97.4	114.8	135.4
10	37.6	46.8	55.1	68.5	80.8	95.2
15	32.6	39.4	45.5	54.9	63.3	73.1
20	27.4	33.1	38.2	46.1	53.2	61.4
30	21.4	25.9	29.8	36.0	41.6	48.0
60	15.2	17.6	19.8	23.0	25.8	28.9
120	8.7	10.1	11.3	13.2	14.8	16.6
360	3.6	4.2	4.7	5.5	6.1	6.9
1440	1.2	1.4	1.5	1.8	2.0	2.2

INTENSIDAD MAXIMA (mm/h)

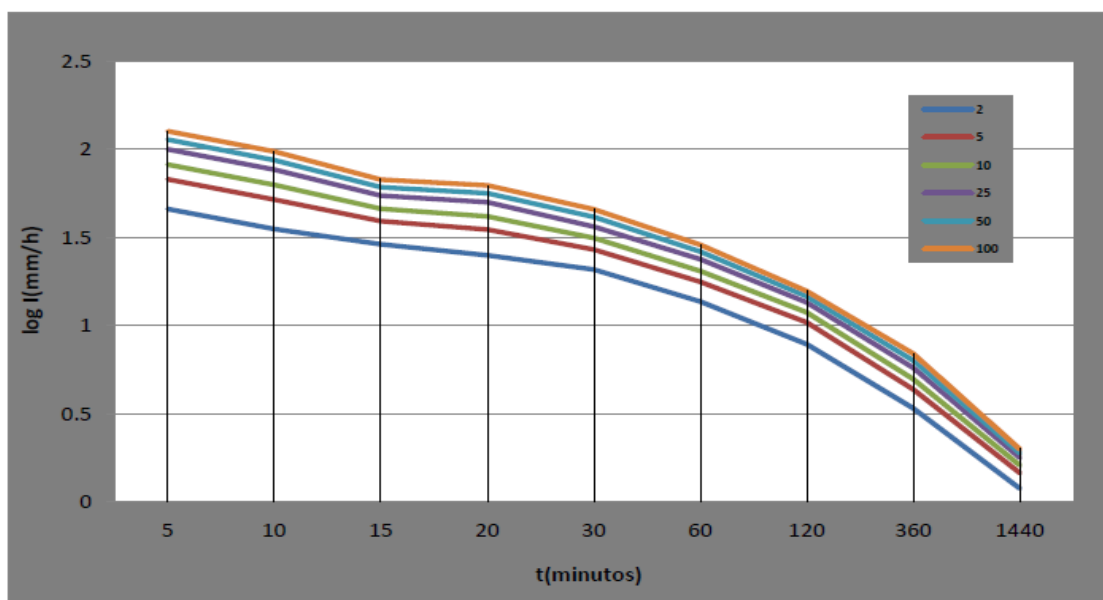


Figura 7-89 Información de la Estación El Labrado del INAMHI

Fuente y elaboración: INAMHI, 2019

Los coeficientes de escorrentía se basan en la cantidad de área impermeable para un uso determinado del suelo:

Tabla 7-40 Coeficientes de Escorrentía

Uso de la Tierra	Coeficiente de Escorrentía
Bosques y áreas boscosas densas	0,10-0,25
Parques, espacio abierto y parques infantiles	0,25
Residencial unifamiliar	0,65

Uso de la Tierra	Coefficiente de Escorrentía
Residencial adosado	0,7
Casa adosada o casa de fila	0,75
Apartamentos o residenciales de gran altura	0,75-0,85
Industrial	0,85
Comercial	0,9
Institucional	0,75
Densamente construido pavimentado	0,9
Asfalto, hormigón, áreas de techo, sin cubiertas verdes	0,9

Elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Cuando el desarrollo consiste en una mezcla de usos del suelo, se debe calcular un valor medio ponderado del coeficiente de escorrentía y su respectivo porcentaje impermeable.

7.4.3.5.7 Capacidades de Tuberías de Alcantarillas

Las capacidades de alcantarillado se calcularán utilizando la fórmula Manning. Por lo general, las alcantarillas pluviales deberán estar diseñadas para fluir a plena capacidad de diseño de la tubería. El alcantarillado se diseñará para un flujo subcrítico. Considerando la fórmula de Manning y normas como la ASTM International (American Society for Testing and Materials).

Coefficiente de Rugosidad para Alcantarillas

Para un nuevo diseño de alcantarillado pluvial, el valor de 'n', usando la fórmula Manning, será:

Tabla 7-41 Valor de 'n', usando la fórmula Manning

Si el material de la tubería es ...	Entonces el valor de 'n' es ...
Concreto (CONC)	0,013
Cloruro de polivinilo (PVC)	0,013
Polietileno de alta densidad (HOPE)	0,013
Tubo de acero corrugado (CSP)	0,024

Elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

7.4.3.5.8 Velocidad Mínima

La velocidad mínima permitida en canales, cunetas y alcantarillas pluviales será de 0,8 m/s, para que sean auto limpiantes y eviten gran acumulación de sedimentos.

7.4.3.5.9 Velocidad Máxima

La velocidad máxima en canales, cunetas y alcantarillas permitida será de 6 m/s. Cuando se propongan velocidades superiores a 1,5 m/s, se protegerá la superficie de la erosión con recubrimientos adecuados, y las salidas de las alcantarillas contra resaltos hidráulicos, con disipadores de energía.

7.4.3.5.10 Pendientes Mínimas

La pendiente mínima en cunetas, canales o alcantarillas será de 0,5 %.

7.4.3.5.11 Tiempo de Concentración

El tiempo de concentración a usar para el cálculo de los caudales aportados en cada área será de 10 minutos.

7.4.3.5.12 Cunetas y Canales Típicos

A continuación, se ilustran las dimensiones típicas para cunetas y canales a usar en el Proyecto:

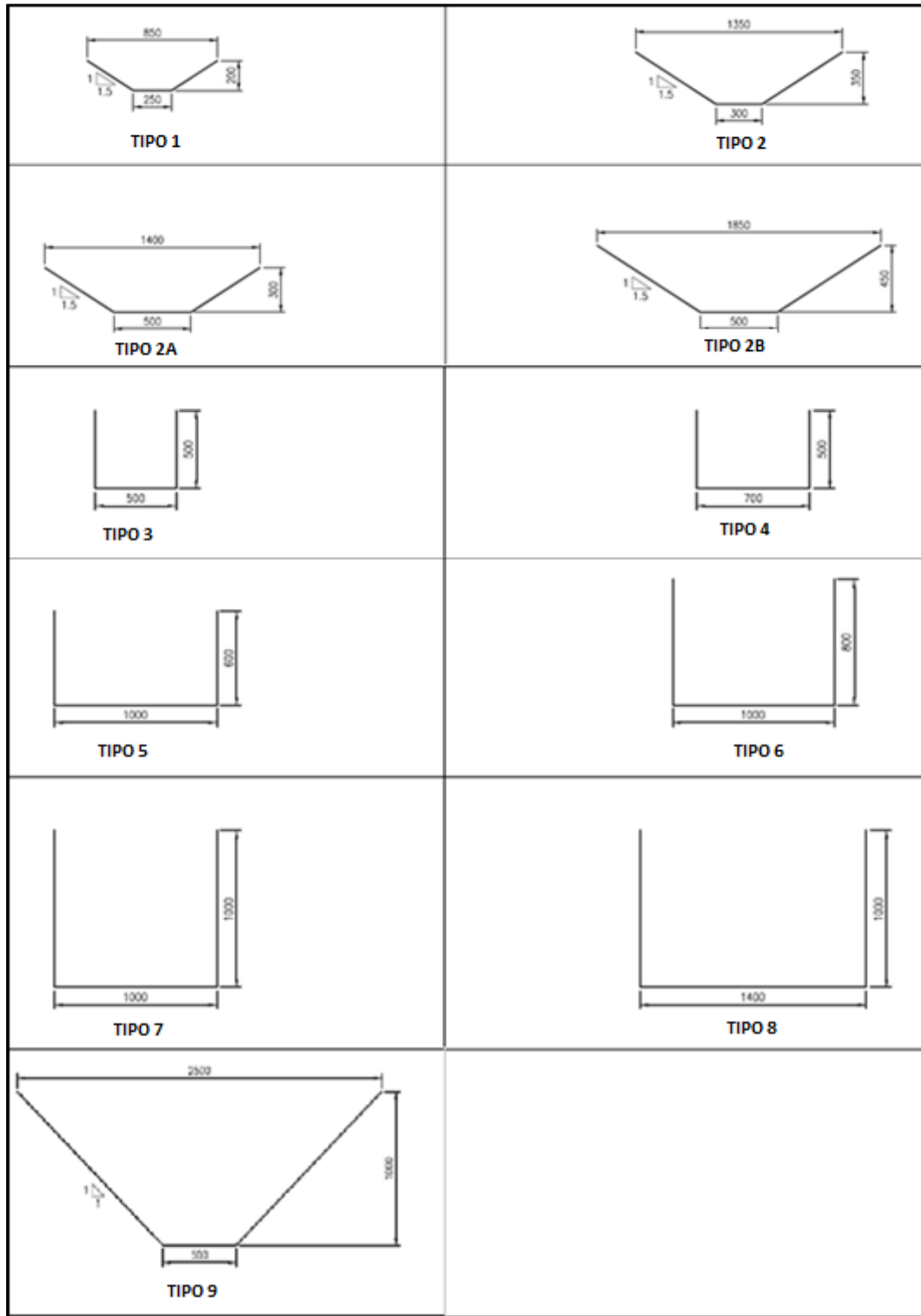


Figura 7-90 Cunetas y Canales Tipo

Fuente: Suárez, J. Control de erosión en zonas tropicales

7.4.3.5.13 Caudales Recomendados para el Drenaje Superficial

A continuación, se señala el listado de caudales que se ha manejado para el drenaje superficial del Proyecto.

Cuneta	Material	V (m/s)				Q (m³/s)	
		Vmin	Smin (%)	Vmax	Smax (%)	Smin	Smax
Tipo 1	Grava/Pasto (n = 0.030)	0.82	1.30	1.50	4.40	0.07	0.13
Tipo 2	Grava/Pasto (n = 0.030)	0.83	0.70	1.50	2.30	0.18	0.33
Tipo 2A	Grava/Pasto (n = 0.030)	0.82	0.70	1.48	2.30	0.18	0.33
Tipo 2B	Grava/Pasto (n = 0.030)	0.86	0.50	1.48	1.50	0.35	0.61
Tipo 9	Grava/Pasto (n = 0.030)	0.80	0.20	1.50	0.70	0.92	1.72

Cuneta	Material	Q (m³/s)		V (m/s)	
		Smin 0.50%	Smax 3.00%	Smin 0.50%	Smax 3.00%
Tipo 1	Concreto (n = 0.013)	0.10	0.25	1.17	2.86
Tipo 2	Concreto (n = 0.013)	0.36	0.88	1.61	3.96
Tipo 2A	Concreto (n = 0.013)	0.36	0.88	1.59	3.90
Tipo 2B	Concreto (n = 0.013)	0.81	1.99	1.97	4.83
Tipo 3	Concreto (n = 0.013)	0.34	0.83	1.59	3.88
Tipo 4	Concreto (n = 0.013)	0.54	1.32	1.81	4.43
Tipo 5	Concreto (n = 0.013)	1.11	2.71	2.17	5.32
Tipo 6	Concreto (n = 0.013)	1.61	3.95	2.37	5.81
Tipo 7	Concreto (n = 0.013)	2.14	5.24	2.52	6.17
Tipo 8	Concreto (n = 0.013)	3.42	8.37	2.87	7.04
Tipo 9	Concreto (n = 0.013)	3.36	8.23	2.93	7.17

Figura 7-91 Caudales Recomendados para el Drenaje Superficial

Elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Donde:

Smin= Pendiente mínima

Smax= Pendiente máxima

Q (m³/s) = Caudal en metros cúbicos por segundo

V (m³/s) = Velocidad en metros cúbicos por segundo

Para las conexiones entre terrazas se dispone de dos tipos de obras, de acuerdo con las pendientes finales durante el diseño en detalle:

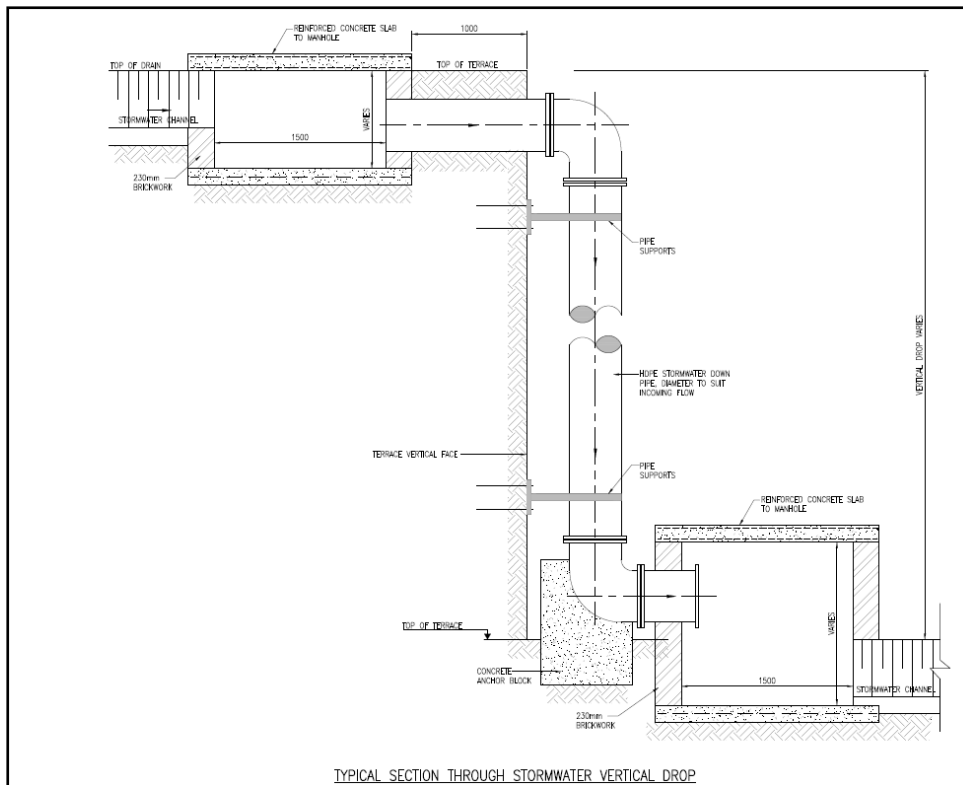


Figura 7-92 Cámaras de Caídas Verticales

Fuente: Suárez, J. Control de erosión en zonas tropicales.

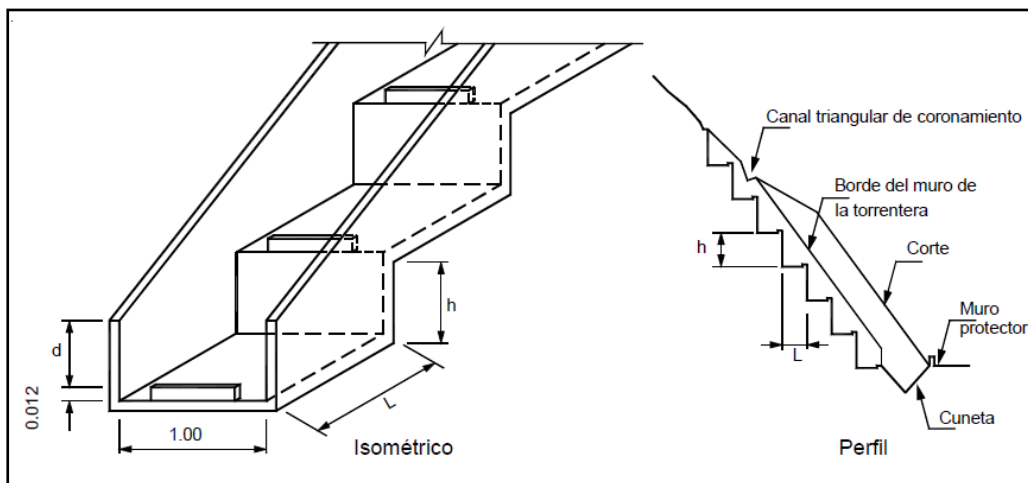


Figura 7-93 Canales en Gradería con Disipación de Energía

Fuente: Suárez, J. Control de erosión en zonas tropicales

7.4.3.5.14 Presas y Piscinas

Las presas y piscinas deberán ser diseñadas para ser de tierra incrustadas en el suelo, tanto como sea posible, con canales de bajo caudal, específicamente para las piscinas de atenuación de aguas pluviales. Las pendientes del terraplén se determinarán como parte de la fase de diseño detallado y se basarán en las recomendaciones del informe geotécnico. Cualquier presa o piscina que contenga agua de contacto

estará forrada de HDPE o su equivalente. Las piscinas temporales para manejo y control de sedimentos durante la construcción tendrán una relación L (longitud): W (Ancho) de 5: 1, como mínimo, y una profundidad no mayor a 1,2 m.

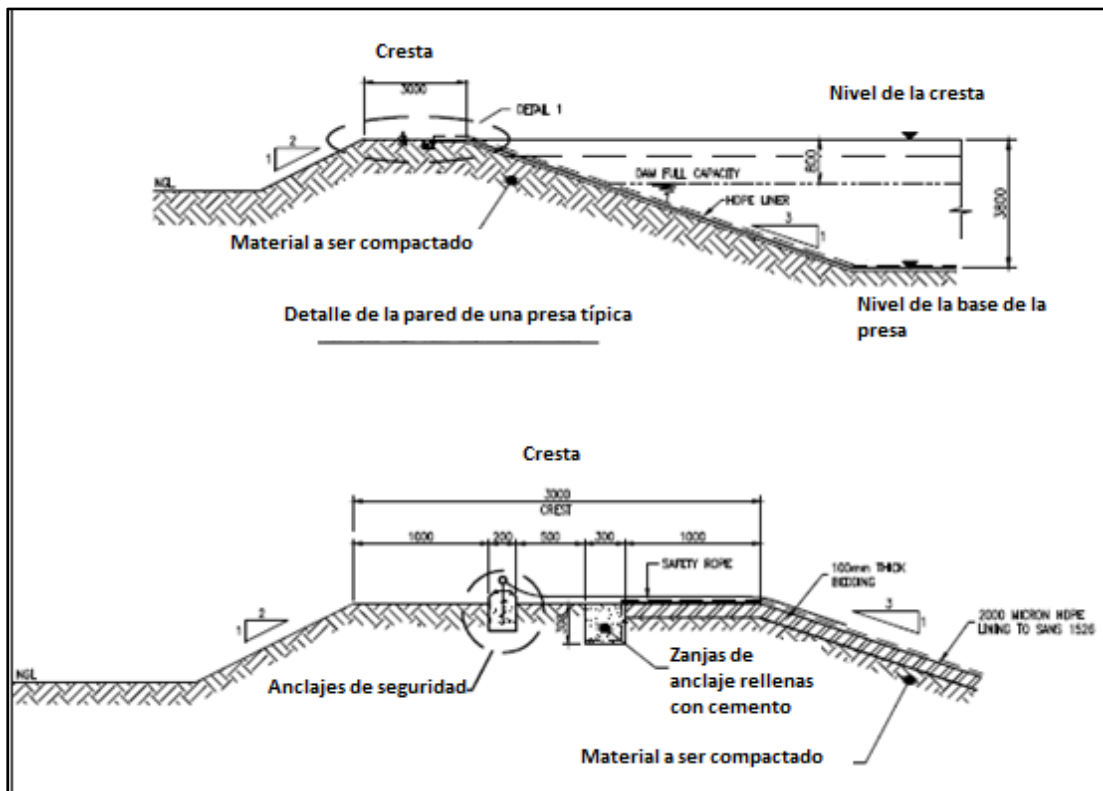


Figura 7-94 Piscinas Típicas para el Proyecto

Fuente y elaboración: Suárez, J. Control de erosión en zonas tropicales

7.4.3.5.15 Protección Contra la Erosión

Se considerará la protección contra la erosión de los taludes de corte y los terraplenes. Los criterios de diseño incluyen mantenimiento, material disponible, capacidad de construcción, drenaje de aguas pluviales, topografía, estabilidad de pendientes, clima y logística.

7.4.4 Balance de Agua del Proyecto

Esta sección describe el balance de agua para el proyecto y provee de resúmenes de los movimientos principales del agua en forma tabular en las tablas: Tabla 7-42, Tabla 7-43, Tabla 7-44 y Tabla 7-45 de acuerdo con las estimaciones del Informe del Modelado de Aguas, ERM, 2018. El informe base ha sido traducido al español, y se incluye como Anexo H.8 ERM (2018) - Water Modelling Report - Spanish. El modelo fue desarrollado mediante el software GoldSim, e incluye los siguientes parámetros de entrada para el modelo:

- > Clima, cuencas hidrográficas, e información de flujos de proceso y demandas de agua de proceso.
- > Ingreso de aguas subterráneas. Un modelo numérico de aguas subterráneas fue desarrollado en 2018 para estimar los ingresos de aguas subterráneas en la mina.
- > Ingresos y egresos de agua desde la relavera. Un balance de agua fue desarrollado usando metodologías de planillas de cálculo. El balance de agua consideró precipitaciones y evaporación en el área la relavera y la piscina de agua de contacto de la relavera.

En función de lo señalado anteriormente, se establece que el balance de agua del PLL es relativamente sencillo, ya que la captación de agua (hasta 8 L/s) se encuentra en la quebrada Alumbre, y hacia este mismo cuerpo de agua se dirige la única descarga.

Es importante tener en cuenta que toda el agua que tenga el potencial de estar en contacto con un área operativa del PLL, como por ejemplo la mina subterránea o la relavera, será tratada antes de la descarga y cumplirá con los límites máximos permisibles.

Con fines de explicación, el sitio se ha dividido en las mismas tres áreas principales definidas en la sección anterior (ver 7.4.3 Manejo de Precipitaciones y Escorrentía Natural), referente al manejo de agua del sitio, para poder realizar el control de sedimentos (Figura 7-95), que son las siguientes:

- > Mina subterránea y alrededores (p. ej.: pila de almacenamiento de roca estéril, pila de almacenamiento de mineral).
- > Planta de procesamiento y alrededores (p. ej.: pila de almacenamiento de roca triturada).
- > Relavera.

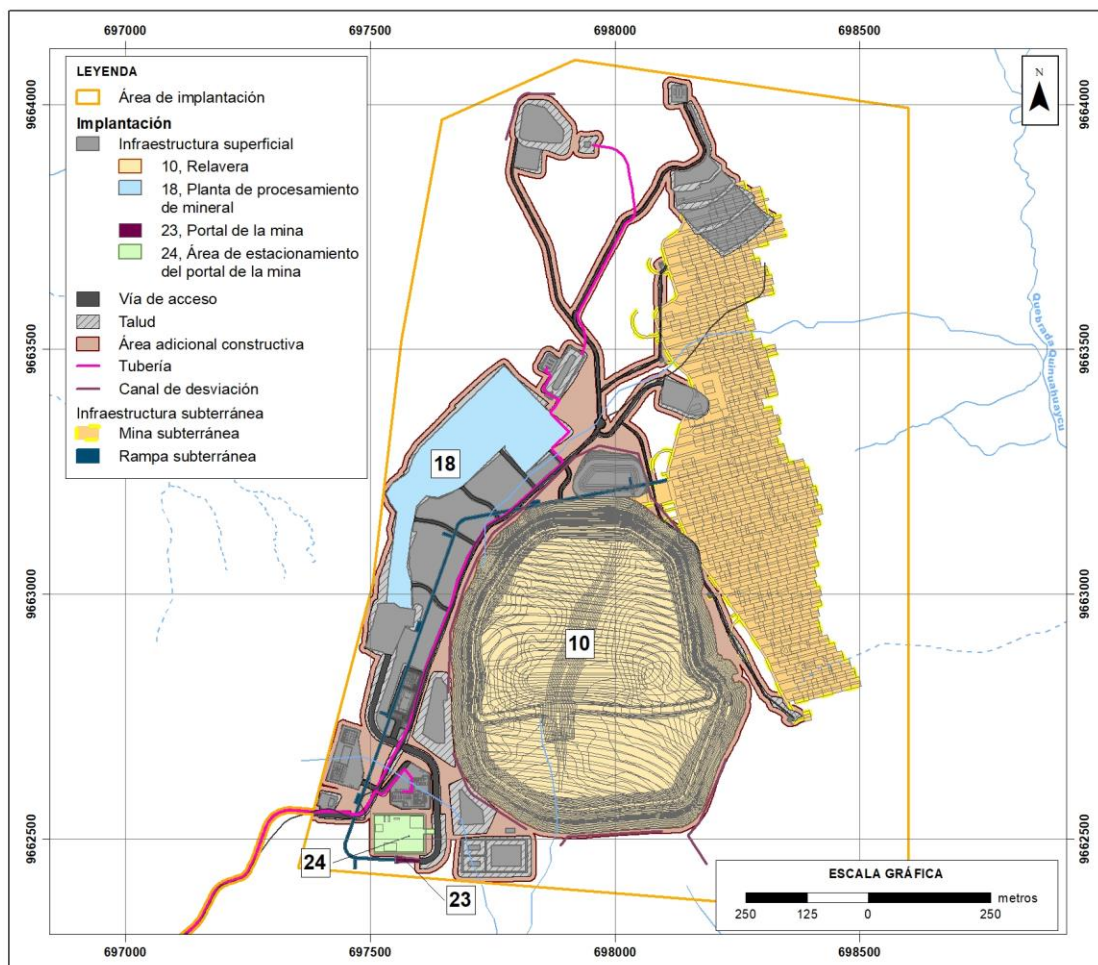


Figura 7-95 Distribución General de las Tres Áreas Principales para el Manejo de Agua del Sitio

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Elaboración: Entrix, 2022 (ver Anexo B. Cartografía; mapa 7.1-1. Mapa de Implantación).

A continuación, se esboza el balance de agua para cada una de las tres áreas mencionadas, y se realiza una evaluación general de los requisitos y descargas de agua. Toda el agua que no está en contacto con ninguno de los componentes del Proyecto, mencionados anteriormente, se maneja en el sistema de manejo del agua para el control de sedimentos, y se libera al cuerpo receptor aguas abajo después de pasar a través de las estructuras de control de sedimentos.

Para facilitar la comprensión, los flujos se describen inicialmente para todo el sitio en función de la etapa del Proyecto, de la siguiente manera:

- > Construcción.
- > Operación del depósito de almacenamiento de relaves de la Fase 1.
- > Operación del depósito de almacenamiento de relaves de las fases 2 y 3.
- > Cierre.

Los balances de agua para las etapas así mencionadas del desarrollo del PLL se muestran a continuación, mediante esquemas que proporcionan una visión general de estos.

Todos los datos de entrada al balance de agua se basan en la información de descripción del proyecto para las áreas de componentes del PLL

Dentro de las figuras para la fase de construcción (Figura 7-96) y la fase de cierre (Figura 7-99), los recuadros conectados representan tuberías, y las flechas, los flujos generales de la superficie (zanjas) que se dirigen a las estructuras de control de sedimentos.

Los esquemas muestran que el proceso de manejo de agua es esencialmente un circuito cerrado, con un aporte de agua dulce requerida para el sistema de agua potable y, finalmente, el agua tratada se descargará a la quebrada Alumbre, cumpliendo con los límites máximos permisibles (LMP) de descarga establecidos en la normativa.

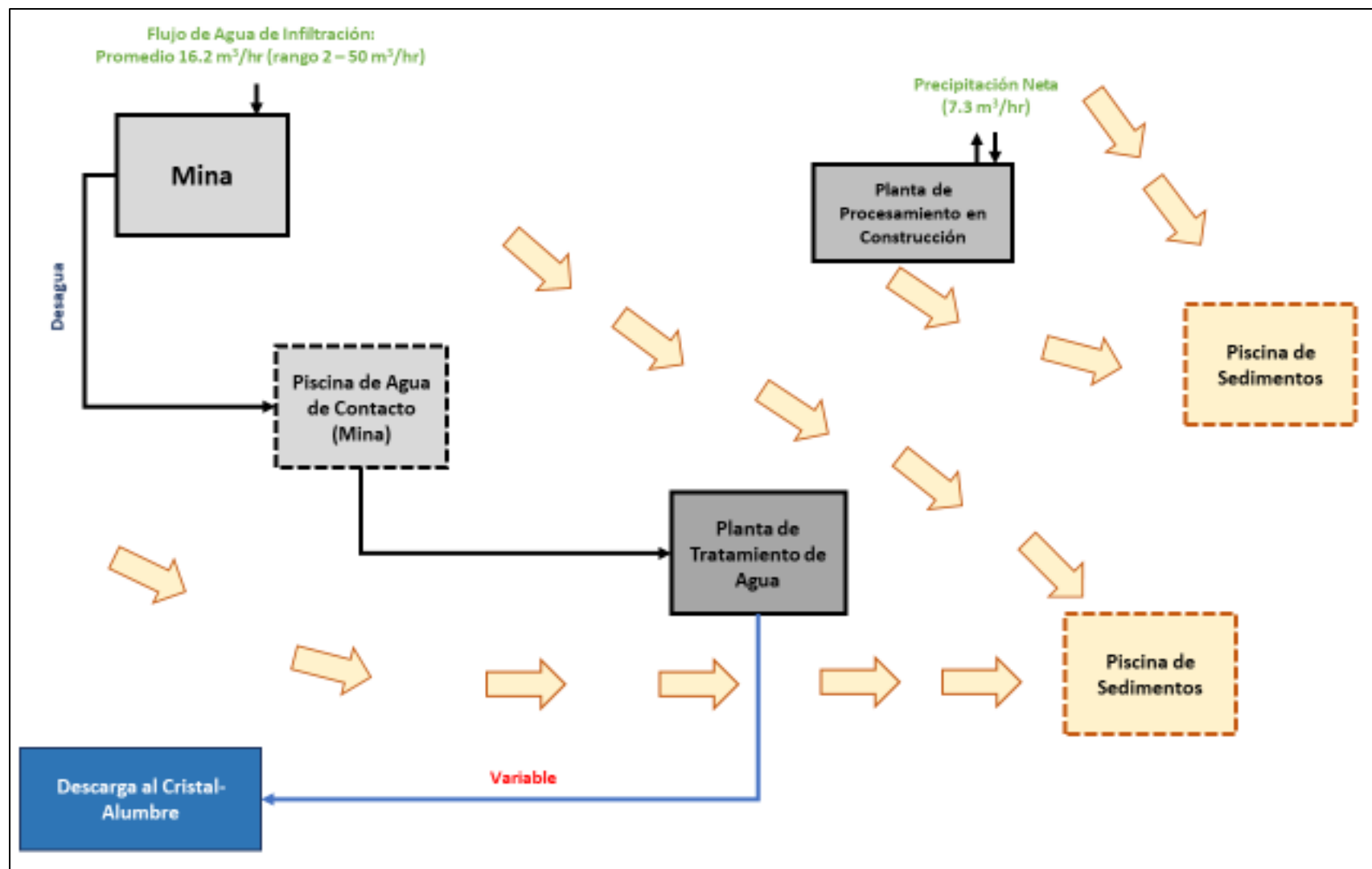


Figura 7-96 Diagrama de Flujo Esquemático para la Etapa de Construcción del PLL

Fuente: DRA, 2019-2020

Elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

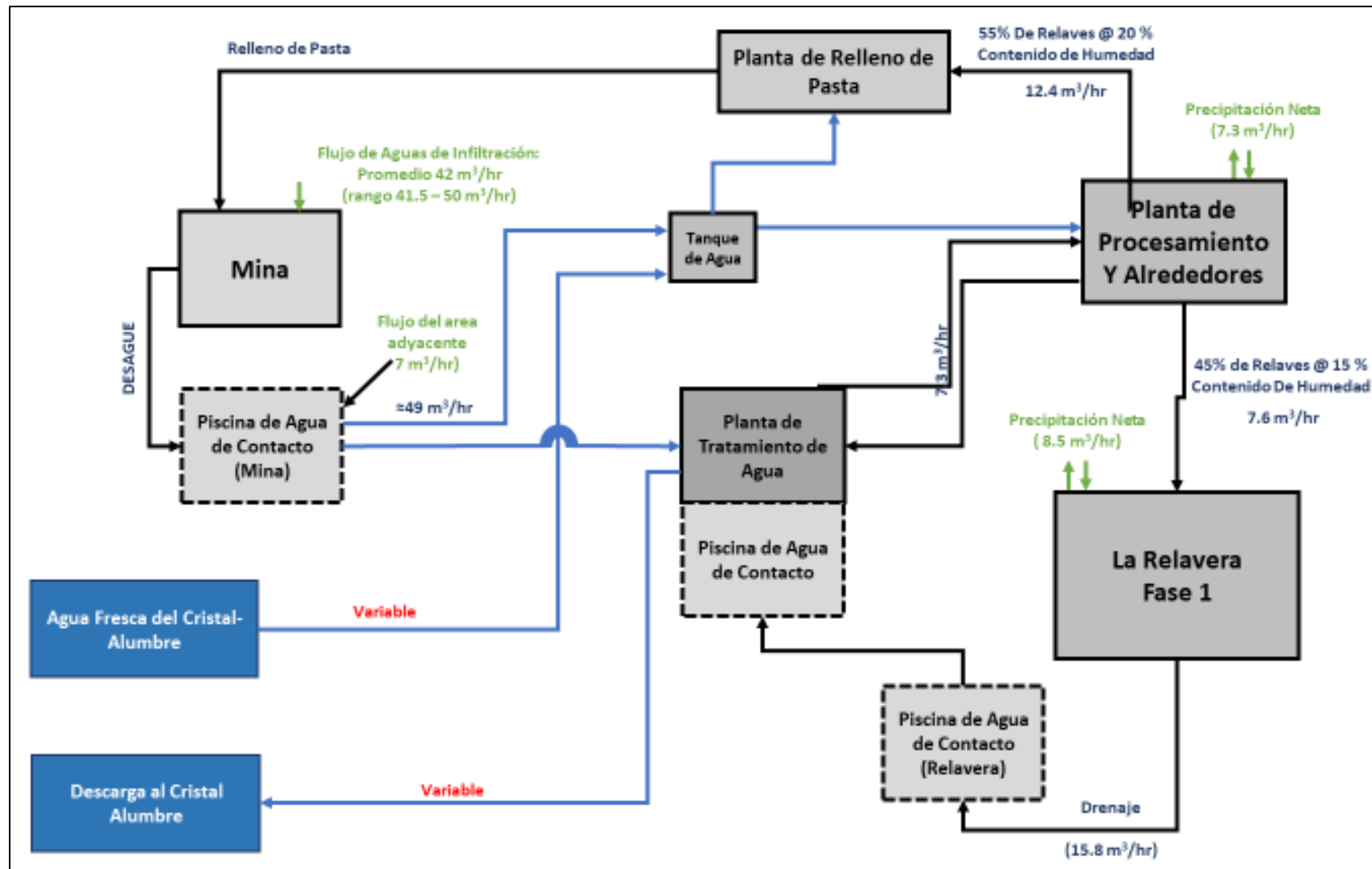


Figura 7-97 Diagrama de Flujo Esquemático para la Etapa Operativa (Relavera Fase 1) del PLL

Fuente: DRA, 2019-2020

Elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

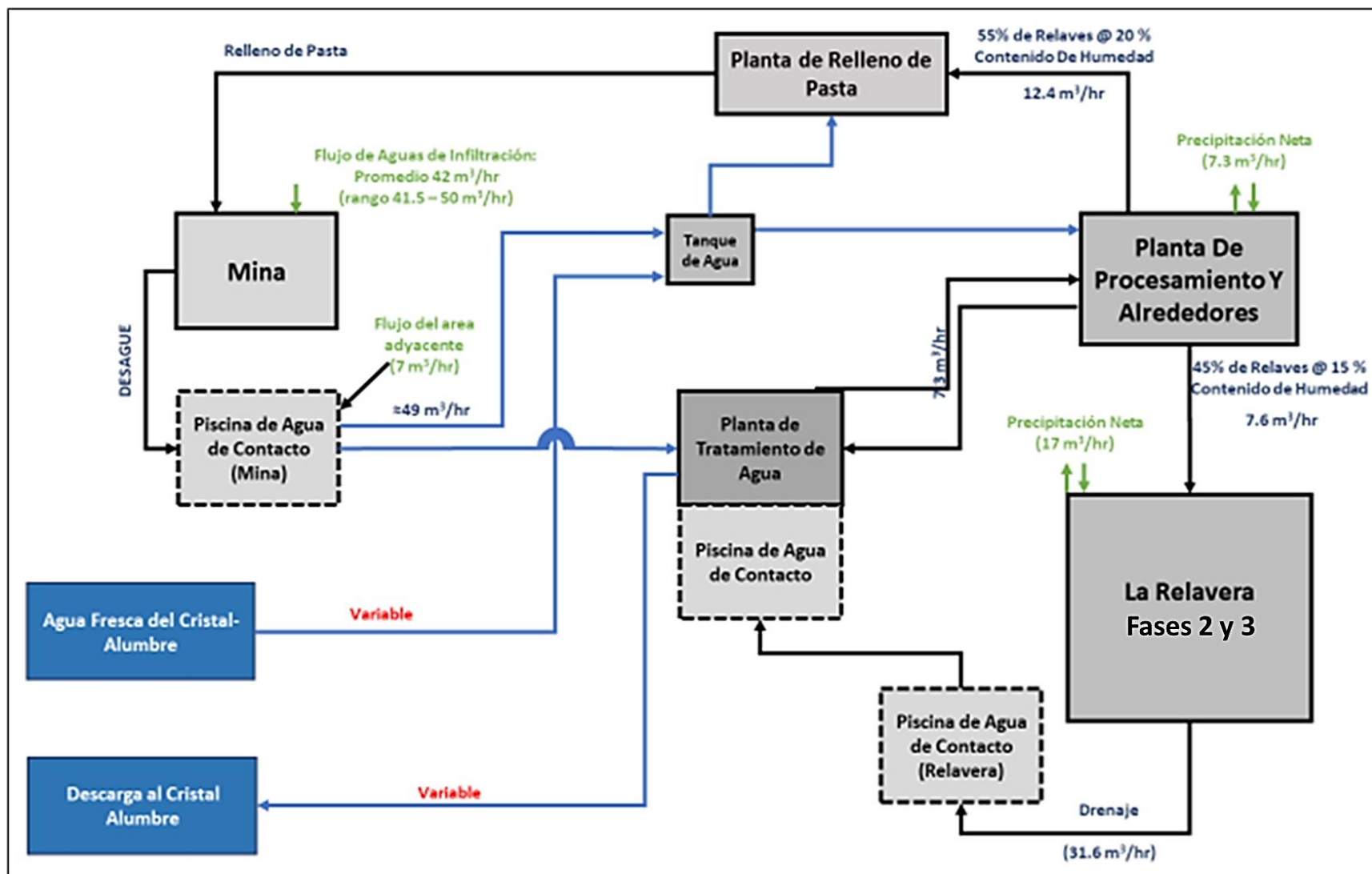


Figura 7-98 Diagrama de Flujo Esquemático para la Etapa Operativa (Relavera Fases 2 y 3) del PLL

Fuente: DRA, 2019-2020

Elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

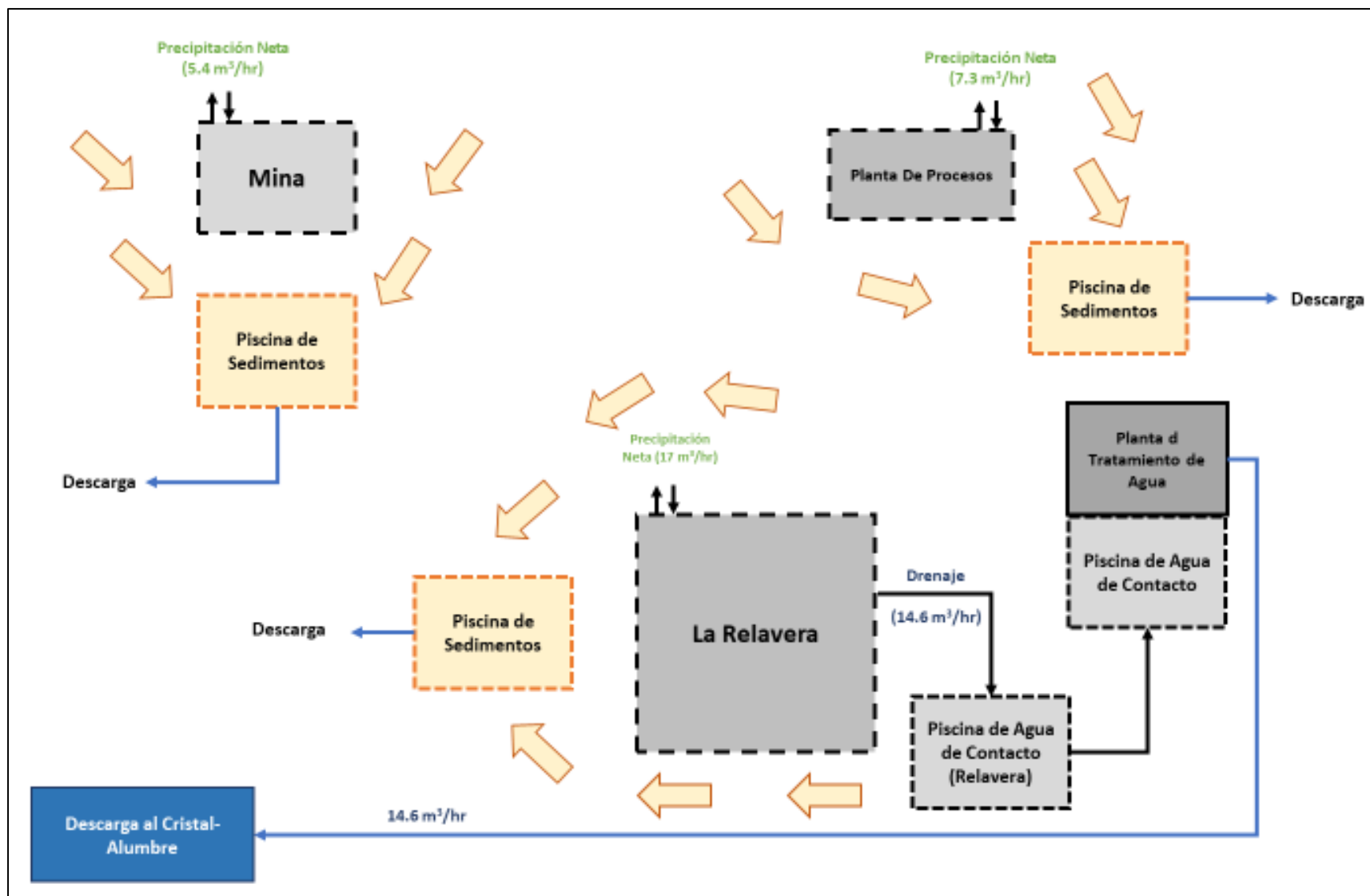


Figura 7-99 Diagrama de Flujo Esquemático para la Etapa de Cierre del PLL

Fuente: DRA, 2019-2020

Elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

7.4.4.1 Manejo de Agua en la Mina Subterránea y Áreas Circundantes

El agua asociada con la mina subterránea y sus alrededores consiste principalmente en lo siguiente:

- > Agua de infiltración a las galerías de la mina.
- > Precipitación en las áreas adyacentes.
- > Agua utilizada para maquinaria y control de polvo.
- > Relleno de pasta (aunque esencialmente, cualquier agua se queda en el relleno).

El agua de infiltración a las galerías de la mina subterránea se describe en la sección de la línea base física, esta agua es el resultado de la extensión de las galerías subterráneas y la cantidad de desagüe que se realice durante la etapa de desarrollo de la mina; los caudales del agua de infiltración a lo largo de la vida de la mina se indican en la Tabla 7-42: los números negativos indican que el agua sale del área (pérdida). Todo aporte de agua en esta área proviene de las aguas de infiltración que ingresan a la mina (desagüe) o de la escorrentía de las áreas adyacentes a la mina; gran parte del agua que se infiltra en la mina subterránea se devuelve a la mina subterránea junto con el relleno de pasta.

Tabla 7-42 Balance de Agua para el Área de la Mina y Áreas Adyacentes del PLL

Año	Desagüe de las Aguas de Infiltración (m³/h)	Escorrentía del Área de la Mina (m³/h)	Total hacia la Piscina de Aguas Contactadas (mina) (m³/h)	Relleno de Pasta (m³/h)-Sumidero de Agua	Retorno del Agua de Relleno (m³/h)	Bombeado al Tanque de Agua Principal (m³/h)
Año -2	10,8	7	17,8	-11		-17,8
Año -1	25,2	7	32,2	-11		-32,2
Año 1	43,2	7	50,2	-11	-1,4	-51,6
Año 2	50,4	7	57,4	-11	-1,4	-58,8
Año 3	43,2	7	50,2	-11	-1,4	-51,6
Año 4	39,6	7	46,6	-11	-1,4	-48
Año 5	39,6	7	46,6	-12,4	-1,6	-48,2
Año 6	43,2	7	50,2	-12,4	-1,6	-51,8
Año 7	39,6	7	46,6	-12,4	-1,6	-48,2
Año 8	36	7	43	-12,4	-1,6	-44,6
Año 9	36	7	43	-12,4	-1,6	-44,6
Año 10	36	7	43	-12,4	-1,6	-44,6
Año 11	43,2	7	50,2	-12,4	-1,6	-51,8
Año 12	36	7	43	-12,4	-1,6	-44,6

Fuente: DRA, 2019-2020

Elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

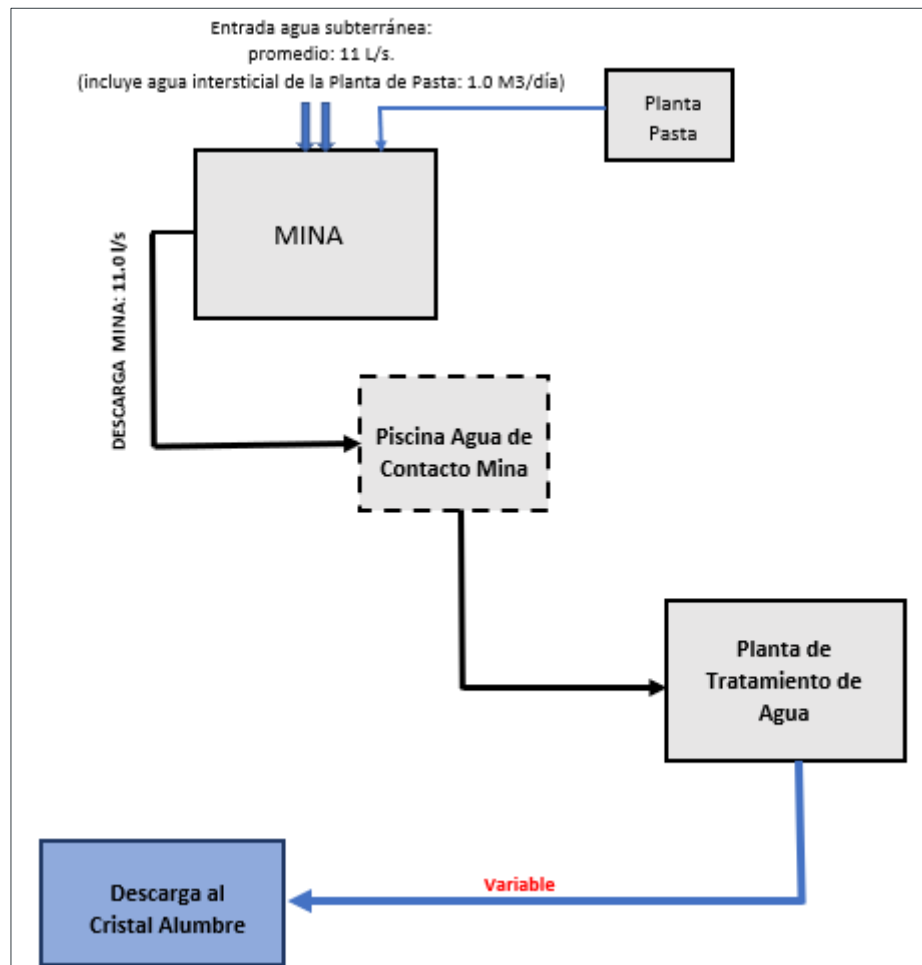


Figura 7-100 Diagrama de Flujo Esquemático Balance de Agua para el Área de la Mina y Áreas Adyacentes del PLL

Fuente: DRA, 2019-2020

Elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

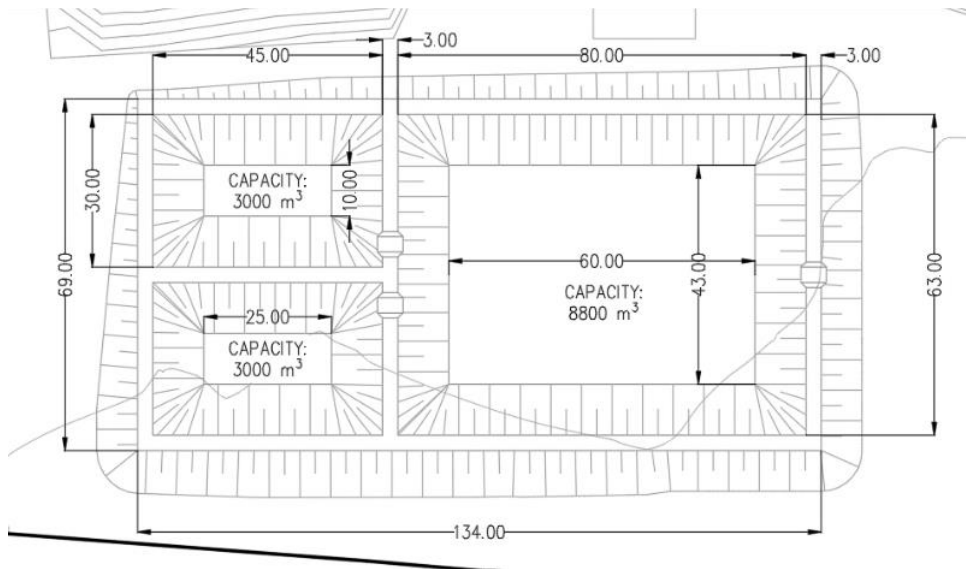


Figura 7-101 Sistema de desagüe de mina para tratamiento de aguas

Fuente y elaboración: DRA Americas INC., 2019

Las áreas pequeñas son los estanques de desagüe subterráneos, y el área grande es el estanque de agua de contacto para la zona de la mina.

7.4.4.2 Manejo de Agua en la Planta de Procesamiento de Mineral y Alrededores

El agua en el área de la planta de procesamiento de mineral podría entrar en contacto con reactivos, por lo que toda el agua fuera de las bermas de contención secundarias de esta planta se dirige a la piscina de agua contactada en la planta de tratamiento de agua.

Los caudales a lo largo del área de la planta de procesamiento de mineral se muestran en la Tabla 7-43. Los números negativos indican una pérdida o salida del área o del sitio, como en el caso del concentrado, que se envía fuera del sitio para su refinación; además, se incluye el agua fresca desde la quebrada Alumbre.

Página en blanco

Tabla 7-43 Balance de Agua para el Área de la Planta de Procesamiento de Mineral y Áreas Adyacentes del PLL

Año	Alimentación de Mineral a la Planta (tpd)	Agua de Proceso (m³/h)	Agua de la quebrada Alumbre (m³/h)	Planta de Tratamiento de Aguas Negras y Grises (m³/h)	Precipitación Neta: Área de la Planta (m³/h)	Agua Presente en el Concentrado de Cu (m³/h)	Agua Presente en el Concentrado de Pirita (m³/h)	Agua en Relaves (m³/h)	Agua en Relleno de Pasta (m³/h)	Agua neta de la Planta (m³/h) a la Piscina del PTA
Año -2	0									
Año -1	0									
Año 1	3000	500	2	2	7,3	-22,5	-1,8	-7,6	-12,4	465
Año 2	3000	500	2	2	7,3	-22,5	-1,8	-7,6	-12,4	465
Año 3	3000	500	2	2	7,3	-22,5	-1,8	-7,6	-12,4	465
Año 4	3000	500	2	2	7,3	-22,5	-1,8	-7,6	-12,4	465
Año 5	3400	567	2	2	7,3	-25	-2	-8,6	-14	526
Año 6	3400	567	2	2	7,3	-25	-2	-8,6	-14	526
Año 7	3400	567	2	2	7,3	-25	-2	-8,6	-14	526
Año 8	3400	567	2	2	7,3	-25	-2	-8,6	-14	526
Año 9	3400	567	2	2	7,3	-25	-2	-8,6	-14	526
Año 10	3400	567	2	2	7,3	-25	-2	-8,6	-14	526
Año 11	3400	567	2	2	7,3	-25	-2	-8,6	-14	526
Año 12	3400	567	2	2	7,3	-25	-2	-8,6	-14	526

Fuente: DRA, 2019-2020

Elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Página en blanco

7.4.4.3 Manejo de Agua en la Relavera

Al igual que las otras áreas del Proyecto, la relavera actuará como un circuito cerrado. Los relaves son removidos del área de los filtros mediante un camión y se esparcen o distribuyen en capas uniformes mecánicamente en la relavera. Cualquier filtración es capturada por los desagües y cualquier precipitación que caiga sobre la superficie de los relaves se dirige a través de una serie de tuberías a la piscina de manejo de aguas de contacto con relaves (Figura 7-102).

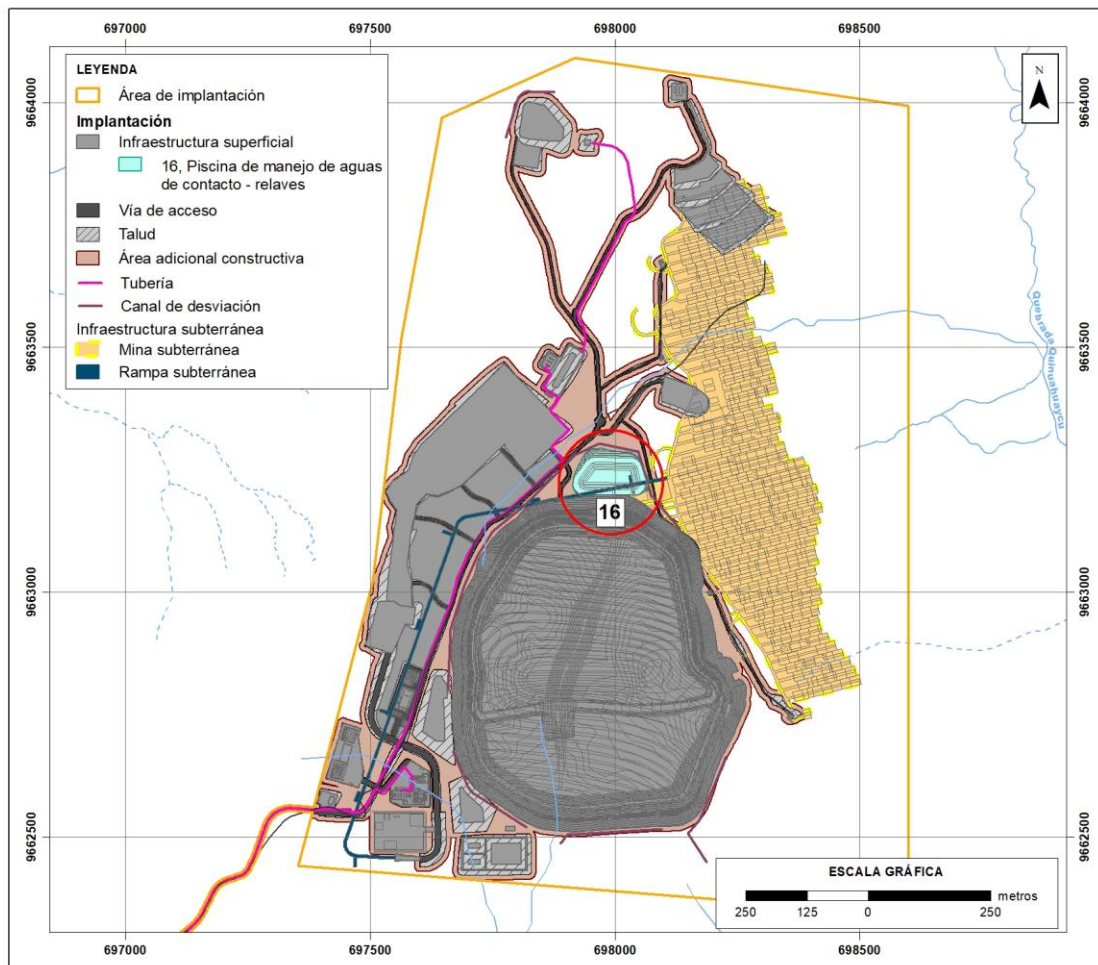


Figura 7-102 Ubicación de la Piscina de Manejo de Aguas de Contacto con Relaves

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Elaboración: Entrix, 2022 (ver Anexo B. Cartografía; mapa 7.1-1. Mapa de Implantación).

El balance de agua de los relaves está representado en la Tabla 7-44. Toda el agua de la piscina de agua contactada de los relaves se bombea a la piscina de agua contactada principal en la planta de tratamiento de agua, que se utilizará en la planta de procesamiento o se tratará para su descarga a la quebrada Alumbre o al cauce que sea más adecuado.

Tabla 7-44 Balance de Agua para el Área de la Relavera y Áreas Adyacentes del PLL

Año	Agua en Relaves (m ³ /h)	Precipitación Neta (m ³ /h)	Desagüe hasta la Piscina de Agua Contactada de los Relaves (m ³ /h)
Año -2			
Año -1			
Año 1	7,6	8,5	-15,8
Año 2	7,6	8,5	-15,8
Año 3	7,6	8,5	-15,8
Año 4	7,6	8,5	-15,8
Año 5	8,6	8,5	-15,8
Año 6	8,6	17	-31,6
Año 7	8,6	17	-31,6
Año 8	8,6	17	-31,6
Año 9	8,6	17	-31,6
Año 10	8,6	17	-31,6
Año 11	8,6	17	-31,6
Año 12	8,6	17	-31,6

Fuente: DRA, 2019-2020

Elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

7.4.4.4 Resumen General

El agua de las diversas áreas del PLL se recircula para que pueda reutilizarse en la medida de lo posible, antes de ser tratada en la planta de tratamiento de agua, para su posterior descarga en el punto de control establecido en la quebrada Alumbre, y como se muestra en la Tabla 7-45 Resumen del Manejo de Agua del PLL

Un resumen del balance general de agua en el sitio se muestra en la Tabla 7-45 Resumen del Manejo de Agua del PLL; en esta tabla se incluyen otros usos del agua, como la supresión o control de polvo, considerando que el agua para dichos usos será proporcionada por la planta de tratamiento de agua, como agua limpia, así como el agua para descargar a la quebrada Alumbre.

Para el control de polvos, se contará con la hidratación de vías, para lo cual se contratará servicio de tanqueros. Y para el control en equipos (bandas): se contará con equipos dispersores de niebla de agua, estos equipos demandan volúmenes mínimos que no afectan el balance de agua., considerando que para esta actividad también se usará el agua tratada.

Como se puede ver en la Tabla 7-45, las descargas a la quebrada Alumbre van desde 6 m³/h hasta 28 m³/h. El agua captada de la quebrada Alumbre es de aproximadamente 2 m³/h.

Tabla 7-45 Resumen del Manejo de Agua del PLL

Año	Desde la Relavera (m³/h)	De la Mina (m³/h)	De la Planta (m³/h)	Total de Agua Disponible (m³/h)	Total de Agua Requerido (m³/h)	Agua hacia la PTA (m³/h)	Otro uso: (p. ej. supresión de polvo) (m³/h)	Descarga a la Quebrada Alumbre (m³/h)	Agua de Lluvia Total (m³/h)
Año -2		18		18		18	-12	6	14
Año -1		32		32		32	-12	20	14
Año 1	16	52	465	532	500	32	-12	20	23
Año 2	16	59	465	540	500	40	-12	28	23
Año 3	16	52	465	532	500	32	-12	20	23
Año 4	16	48	465	529	500	29	-12	17	23
Año 5	16	48	526	590	567	24	-15	9	23
Año 6	32	52	526	610	567	43	-15	28	31
Año 7	32	48	526	606	567	39	-15	24	31
Año 8	32	45	526	603	567	36	-15	21	31
Año 9	32	45	526	603	567	36	-15	21	31
Año 10	32	45	526	603	567	36	-15	21	31
Año 11	32	52	526	610	567	43	-15	28	24
Año 12	32	45	526	603	567	36	-15	21	24

Fuente: DRA, 2019-2020

Elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Página en blanco

7.5 Gestión y Manejo de Desechos y Aguas Residuales

7.5.1 Manejo de Aguas Residuales

Se producen y manejan varios flujos de desechos líquidos en el sitio, que se describen en las siguientes secciones.

7.5.1.1 Planta de Tratamiento de Aguas Negras y Grises

Se dirigirá el agua gris general de las duchas y lavamanos a la planta de tratamiento de aguas residuales (Figura 7-103), para la etapa inicial; esta planta se encuentra cerca de los vestidores, ya que este es el principal productor de aguas negras y grises. Varias instalaciones sanitarias están conectadas a través de tuberías subterráneas a la planta de tratamiento de aguas residuales.

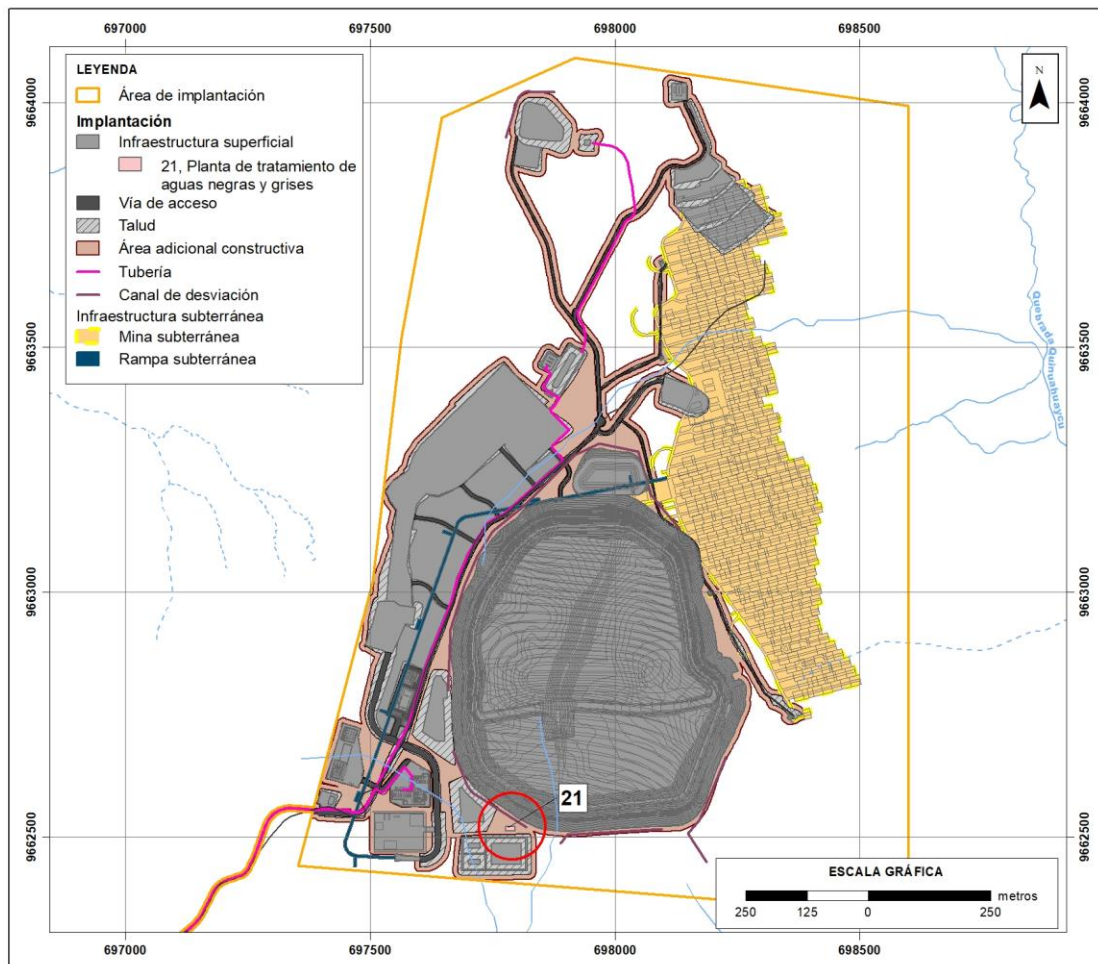


Figura 7-103 Ubicación de la Piscina de Manejo de Aguas Negras y Grises

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Elaboración: Entrix, 2022 (ver Anexo B. Cartografía; mapa 7.1-1. Mapa de Implantación).

La planta de tratamiento de aguas residuales será modular, lo que permitirá agregar (o eliminar) la capacidad a medida que varía la cantidad de personas que trabajan en la mina.

Tabla 7-46 Ubicación de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras y Grises

Infraestructura/ Instalaciones	Área (ha)	Coordenadas de Ubicación WGS84 Zona 17 Sur	
		Este (m)	Norte (m)
Planta de tratamiento de aguas negras y grises	0,02	697786,91	9662516,65

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020
Elaboración: Entrix, 2022

7.5.1.1.1 Operación General

El sistema de lodo activado (Figura 7-104) proporcionará tratamiento para el agua de varias áreas alrededor del PLL (por ejemplo: cocina, oficinas). El proceso de lodos activados es un proceso biológico, también conocido como bioproceso, que permite el desarrollo de una depuración de origen natural en la que los microorganismos son capaces de devolver —depurar— agua contaminada a su estado natural.

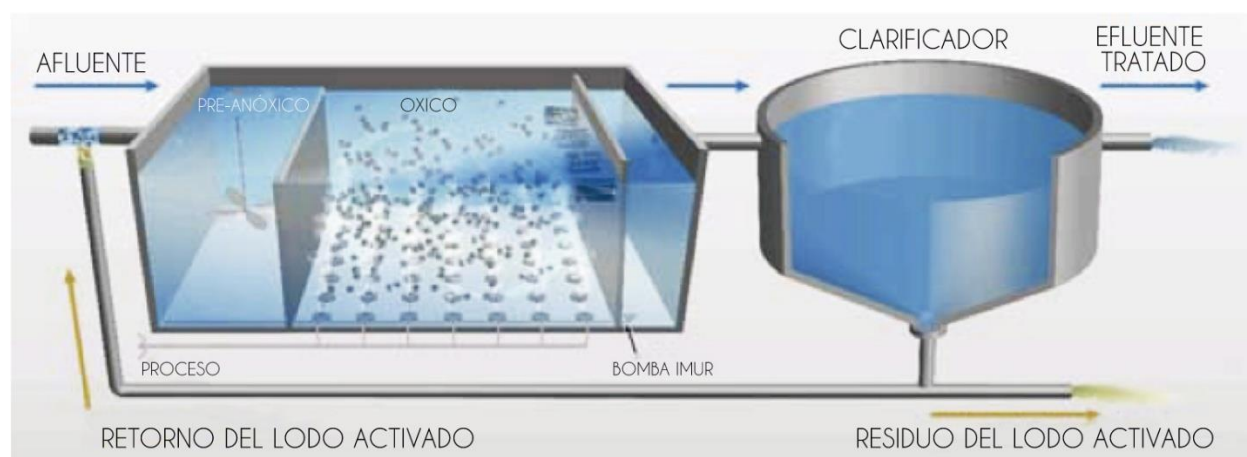


Figura 7-104 Esquema de Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales con Lodos Activados

Fuente y elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Cada uno de los módulos de la planta de tratamiento de aguas residuales consistirá en lo siguiente:

- > **Tanque de aireación:** Se trata de una estructura donde el agua residual y los microorganismos se mezclan a través de la agitación, donde se producirá la reacción de carácter biológico y oxidación de la materia orgánica. Durante este proceso, y para generar esa mezcla, se utiliza un equipo de aireación que permite inyectar oxígeno para activar las bacterias que se encargan de asumir la materia orgánica del agua.
- > **Tanque sedimentador:** Tras el primer procedimiento, el desagüe ya mezclado llega del tanque aireador pasa a su sedimentación, momento en el cual se separan los sólidos suspendidos (lo que conocemos como lodos activados), para conseguir, de este modo, el clarificado. Una vez conseguido esto, entra en funcionamiento el sistema de retorno de lodos, elemento clave, ya que este sistema se encarga de devolver al tanque de aireación una parte de los sedimentos para mantener la concentración de microorganismos alta. Mientras que el resto de lodos, considerados ya residuos, son distribuidos paralelamente para su tratamiento.
- > **Dosificador de cloro:** Antes de ser descargada, el agua será tratada con cloro para matar cualquier bacteria.

7.5.1.1.2 Captación de Efluentes

Una red de reticulado de tuberías de alcantarillado enterrado recogerá aguas residuales y aguas grises de la garita de ingreso, edificios administrativos, área de secado y talleres en el área de la mina, hacia un sistema principal combinado que fluye hacia el punto más bajo en el área de la planta y descarga tales aguas a la planta de tratamiento de aguas residuales. Este sistema tratará el agua entrante de acuerdo con los criterios requeridos para la descarga de agua tratada en el entorno natural.

Para minimizar la necesidad de nueva agua para la planta de procesamiento de mineral, el agua se descargará en la piscina de agua de manejo de aguas de contacto del área de la mina (Figura 7-17) para su utilización en el proceso. Los sólidos restantes serán recolectados y transportados fuera del sitio a la instalación de gestión de residuos apropiada o se utilizarán en el sitio para la rehabilitación.

La planta de procesamiento de mineral tendrá dos tanques sépticos que serán atendidos por un camión de vacío, siempre que sea necesario y cuando se requiera. Estos tanques sépticos están equipados con bombas de corte sumergidas que se activarán cuando los tanques alcancen cierto nivel, y transferirán el lodo del tanque y el contenido de agua a la planta de tratamiento de aguas residuales a través de tuberías enterradas.

7.5.1.2 Efluente Líquido de Laboratorio

El laboratorio producirá aguas residuales generales y aguas residuales químicas. Las aguas residuales generales se dirigirán a la planta de tratamiento de aguas residuales; mientras que las aguas residuales químicas se captarán en contenedores y luego se tratarán para neutralizar cualquier ácido o toxicidad mediante la adición de productos químicos y pruebas posteriores; las aguas neutralizadas se transportarán a la planta de relleno, donde formarán parte del relleno cementado.

7.5.1.3 Planta de Tratamiento (PTA) de Aguas de Contacto

Para el manejo de las aguas de contacto resultantes de la operación del Proyecto, se manejará una planta de tratamiento de agua (aguas de contacto), específica para este fin (Tabla 7-47, Figura 7-105).

Toda el agua que llegue al área de captación del sitio y el exceso de agua liberada del proceso requerirán tratamiento para garantizar el cumplimiento con las normas de descarga vigentes.

Tabla 7-47 Ubicación de la Planta de Tratamiento de Agua

Infraestructura/Instalaciones	Área (ha)	Coordenadas de Ubicación WGS84 Zona 17 Sur	
		Este (m)	Norte (m)
Planta de tratamiento de agua	0,07	697866,88	9663470,49

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020
Elaboración: Entrix, 2022

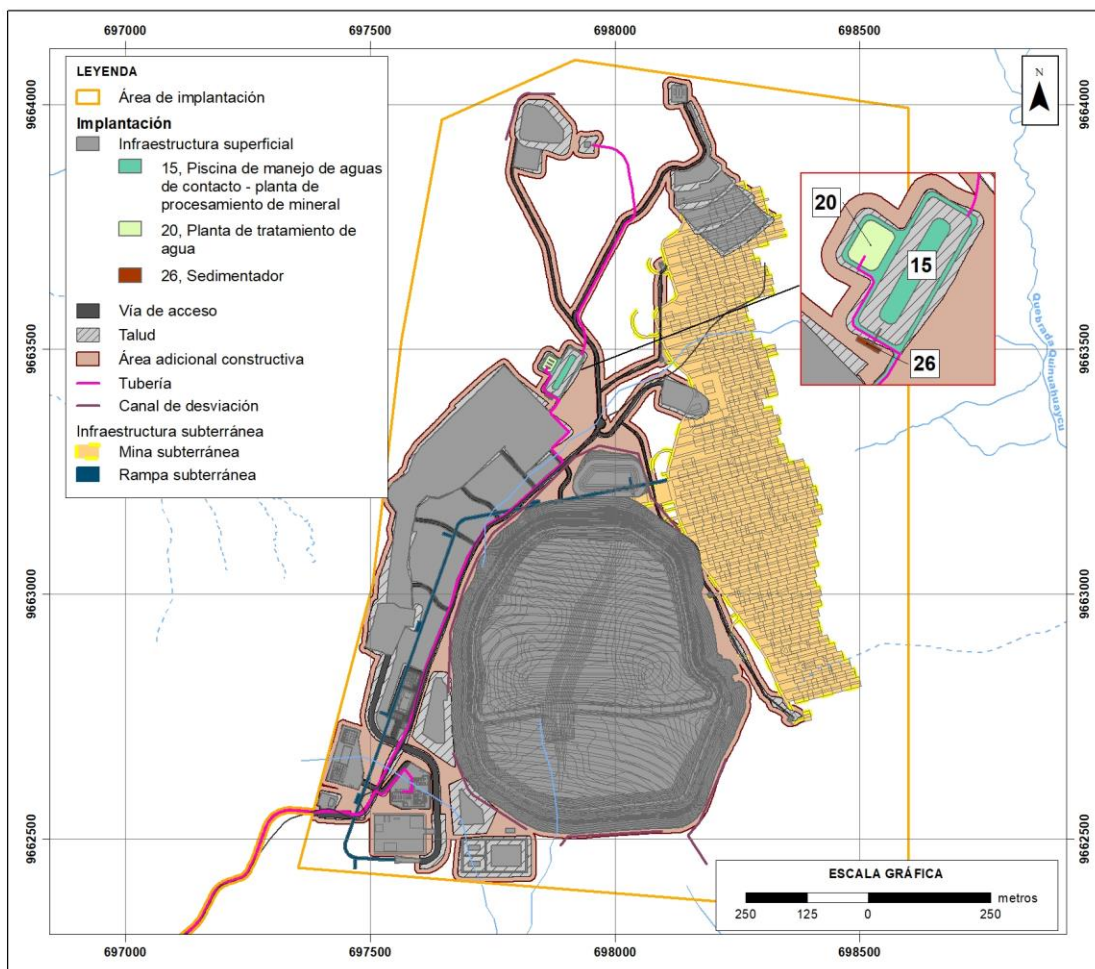


Figura 7-105 Ubicación de la Planta de Tratamiento de Agua

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Elaboración: Entrix, 2022 (ver Anexo B. Cartografía; mapa 7.1-1. Mapa de Implantación).

7.5.1.3.1 Etapas de Operación

La planta de tratamiento de agua (PTA) gestionará el agua en tres fases:

- > **Fase 1:** Corresponde a la excavación de túneles y construcción de la rampa, que se espera finalice en un plazo de 11 meses.
- > **Fase 2:** Corresponde a las operaciones de la mina y de la planta de procesamiento de mineral, incluida la filtración de los relaves con una vida de la mina de aproximadamente 12 años.
- > **Fase 3:** Durante la etapa de cierre para tratar la filtración de los relaves.

La PTA tratará el agua de contacto durante toda la vida útil de la mina y la etapa de cierre. La capacidad máxima de diseño del sistema es de 3300 m³/día, que corresponde a aproximadamente 1,4 veces un evento de 1 en 10 años lluviosos. Se espera que el tratamiento del agua sea de aproximadamente 1000 m³/día durante la Fase 1, 2400 m³/día durante la Fase 2, y hasta 1000 m³/día durante la Fase 3.

De acuerdo a lo descrito en la subsección 7.4.4 se desarrolló un modelo de balance de aguas utilizando el software GoldSim. Las estimaciones de flujo máximo para las capacidades de tratamiento de aguas

descritas en el párrafo anterior fueron desarrolladas mediante el cálculo del año lluvioso de 1 en 10 años multiplicado por un factor de 1,4. Las estimaciones que se reportan por cada fase han sido desarrolladas mediante la incorporación de los planos de proyecto en el modelo de GoldSim. El resumen ejecutivo de este informe ha sido traducido al español, y se incluye como Anexo H.8 ERM (2018) - Water Modelling Report -Spanish.

7.5.1.3.2 Criterios de Diseño

- > **Fase 1:** Se espera que la construcción de la rampa finalice en un plazo de 11 meses. Durante esta fase, las tasas del caudal de agua impactada son entre 9 m³/día, 775 m³/día para la construcción de rampas y 200 m³/día para el acopio temporal de roca estéril. El caudal máximo de agua que requiere tratamiento entre los meses 8 y 11 se estima en 1000 m³/día.
- > **Fase 2:** Incluye las operaciones de la mina, planta de procesamiento de mineral y relavera, con una vida útil proyectada de aproximadamente 12 años (operaciones). Las principales fuentes de agua impactada incluirán el exceso de agua bombeada de la mina subterránea, la escorrentía de el/los acopio(s) de mineral, la escorrentía y filtración de la relavera y el agua impactada recolectada en la piscina de agua contactada de la relavera. Se requerirá tratamiento de agua para mantener un balance hídrico neto positivo; se espera tratar aproximadamente 2400 m³/día del caudal de agua impactada.
- > **Fase 3:** El agua continuará drenándose dentro del relavera después de que cesen las operaciones. El agua de filtración se capturará en los desagües y luego se dirigirá a la planta de tratamiento de agua para su tratamiento antes de ser descargada. Se espera que los volúmenes sean inicialmente de aproximadamente 1000 m³ y luego disminuyan con el tiempo.
- > Como parte del diseño se integrarán además aspectos de mitigación de riesgos:
- > Al integrar la neutralización de la cal, la aireación y la precipitación de sulfuro, la PTA tendrá múltiples grados de libertad operativa y puede adaptarse a las necesidades cambiantes de tratamiento en el transcurso del Proyecto.
- > La planta ha sido dimensionada para poder manejar condiciones de uno a cincuenta años lluviosos, y puede cumplir con estrictos requisitos de descarga, incluso durante los años secos cuando la dilución limitada está disponible en el ambiente receptor.
- > Se pueden integrar módulos de tratamiento adicionales con el diseño existente si así lo requiere la gestión adaptativa.

7.5.1.3.3 Estructura

La PTA constará de los siguientes componentes (Figura 7-106):

- > Un tanque de acondicionamiento.
- > Dos tanques de neutralización.
- > Un tanque de sulfuración.
- > Un clarificador.
- > Un tanque de filtración multimedia.

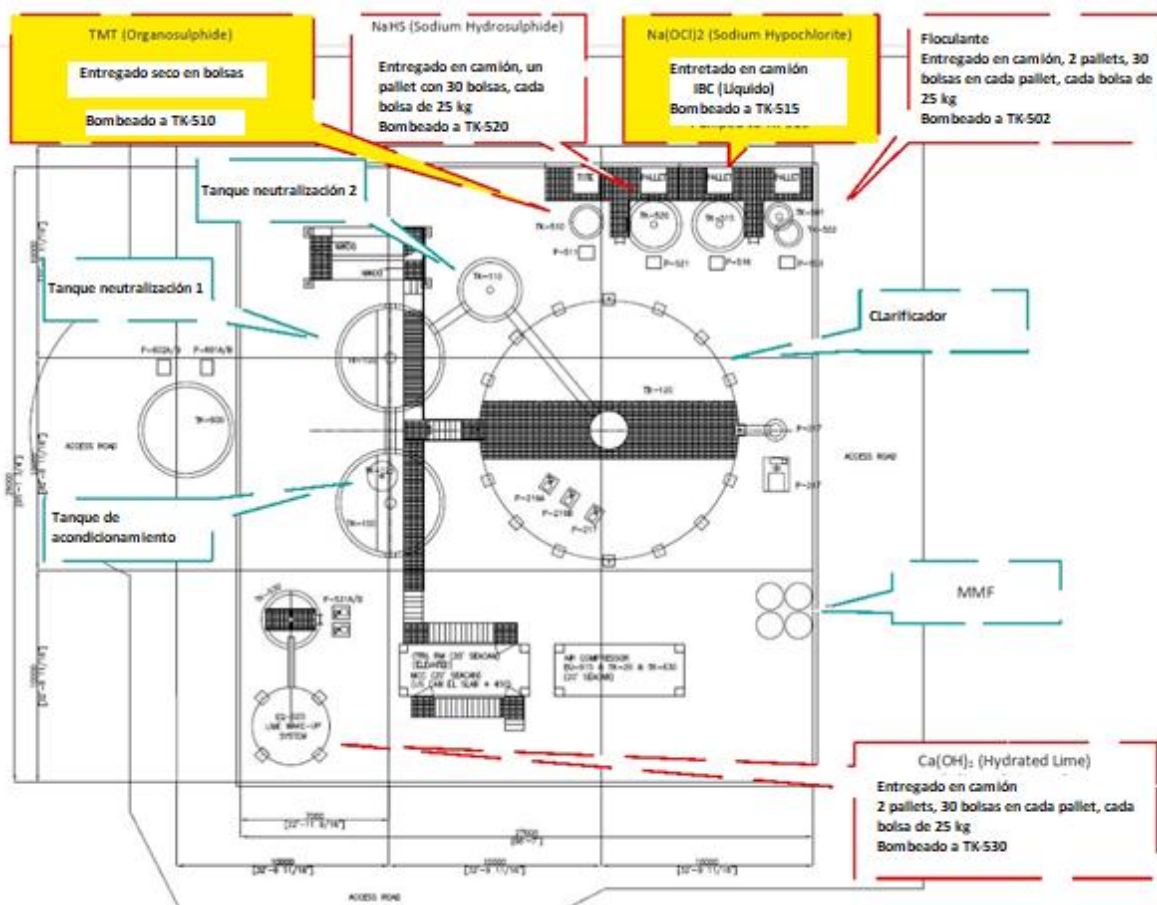


Figura 7-106 Implantación General de la PTA

Fuente y elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

7.5.1.3.4 Descripción General del Proceso

El agua de la piscina de manejo de aguas de contacto del área de la mina ingresará por un único punto de almacenamiento para la toma de la PTA: esta piscina recolectará la escorrentía de la pila de almacenamiento de estéril, en la Fase 1; de la pila de almacenamiento de mineral y del sitio de la planta de procesamiento de mineral, en la Fase 2; junto con el agua del flujo subterráneo de la relavera y de la piscina de aguas de contacto con relaves, en la Fase 3. La Piscina de Manejo de Aguas de Contacto de profundidad 3,5 m, 101 m x 34 m en la superficie y 80 m x 13 m en el fondo.

La PTA operará de acuerdo con el proceso que se muestra en el esquema a continuación (Figura 7-107), el cual es apropiado para todas las fases.

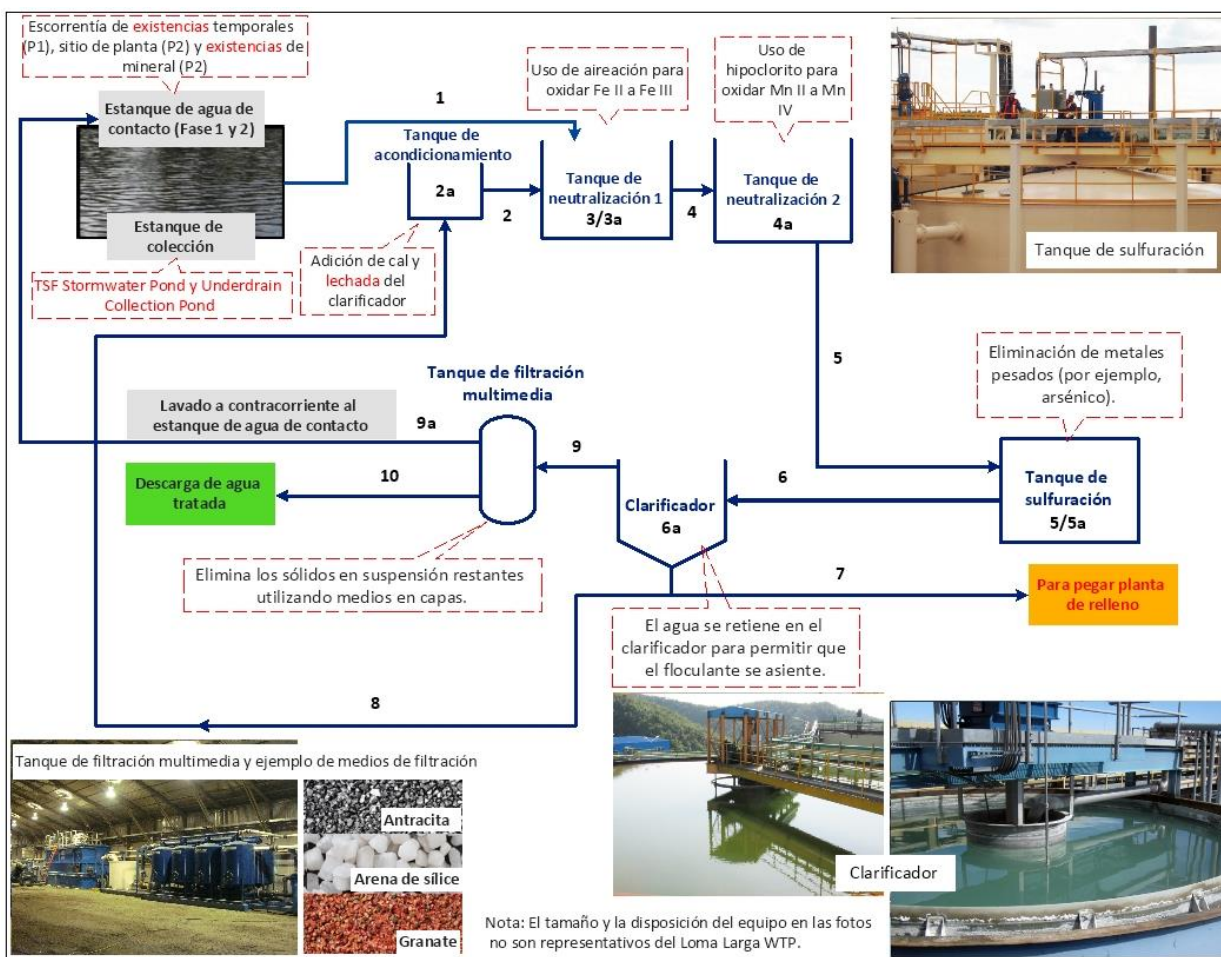


Figura 7-107 Resumen del Proceso de la PTA

Fuente y elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

5. El agua de la piscina de agua contactada y de la piscina de recolección ingresará al primer tanque de neutralización.
6. El agua en el primer tanque de neutralización estará acondicionada con 10 % de sólidos de cal y 20 % de lechada reciclada que contiene yeso.
 - a. La lechada de cal reciclada es agua semilíquida que contiene sólidos en suspensión. Reduce el pH y proporciona un área de superficie para que se forme nuevo yeso.
 - i. El yeso actúa como un coagulante, que neutraliza las cargas iónicas en partículas de grano fino para facilitar la floculación (aglomeración) para una sedimentación más rápida.
 - b. Una bomba controlará el caudal de la lechada y, por lo tanto, controlará la formación de yeso.
7. La solución (agua y acondicionador) en el primer tanque de neutralización se aireará.
 - a. La aireación oxidará las partículas de hierro (II) a hierro (III).
 - i. El hierro (III) es menos soluble que el hierro (II), lo que significa que es más difícil de disolver y más fácil de sedimentar de la solución.
8. El agua aireada fluirá hacia el segundo tanque de neutralización donde se agregará el reactivo hipoclorito.

- a. El hipoclorito es cloro y óxido el manganeso (II) para formar manganeso (IV).
 - i. El manganeso (IV) es menos soluble que el manganeso (II). La disminución de la solubilidad promueve tasas de sedimentación (velocidades de precipitación) más rápidas.
9. La solución del segundo tanque de neutralización fluirá hacia el tanque de sulfuración donde se agregará el floculante TMT para crear partículas insolubles más grandes.
 - a. TMT (trimercapto-s-triazina) transforma metales pesados (es decir, cadmio, cobre, plomo, zinc, arsénico y selenio) en sulfuros metálicos insolubles.
10. La solución del tanque de sulfuración se enviará al clarificador, donde se mantendrá para que las partículas insolubles más pesadas puedan sedimentarse de la solución. Las partículas que se sedimenten de la solución formarán una lechada.
 - a. La sedimentación ocurre a una velocidad de precipitación de 1,3 m/h.
11. La lechada del clarificador se bombeará al tanque de acondicionamiento para ser reutilizada en el proceso de tratamiento.
12. Aproximadamente el 80 % del volumen de la lechada se enviará a la planta de relleno para ser utilizada como relleno de pasta.
 - a. Nota: en la Fase 1, el 80 % del volumen de la lechada se enviará a un tanque de almacenamiento con capacidad de almacenamiento adecuada.
13. El agua del clarificador se enviará al tanque de filtración multimedia y se pasará a través de cuatro capas de medios, como antracita y granate, para eliminar las partículas físicas restantes.
 - a. Cualquier residuo posterior que se cree al limpiar el tanque de filtración multimedia se enviará a la piscina de agua contactada para ingresar nuevamente al proceso de tratamiento de agua.
14. El agua tratada del tanque de filtración multimedia se enviará a la descarga al ambiente a través de una tubería.

Descarga Final del Efluente Tratado

El agua resultante del proceso de la PTA se enviará por tubería hacia el sur de la relavera en la quebrada Alumbre (Tabla 7-48).

Tabla 7-48 Ubicación del Punto de Descarga de Aguas Tratadas y Registro de Descarga

Infraestructura/ Instalaciones	Coordenadas de ubicación WGS84 Zona 17 Sur		Volumen Generado	Cuerpo Receptor (disposición final)
	Este (m)	Norte (m)		
Punto de descarga de aguas de contacto tratadas desde la PTA	697896,46	9660116,17	6 m3/h hasta 28 m3/h	Quebrada Alumbre

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020
Elaboración: Entrix, 2022

Previo a su descarga el agua resultante del proceso de la PTA deberá cumplir con los límites máximos permisibles de descarga al ambiente establecidos en la normativa aplicable y vigente. En la Tabla 7-49 se señala la caracterización química esperada de esta descarga sobre la base del cumplimiento de los estándares más conservadores de vida acuática y de uso para riego, o las condiciones aguas abajo existentes en el ambiente receptor, donde las concentraciones promedio aguas abajo existentes sobrepasan lo exigido por las normas ecuatorianas.

7.5.1.3.5 Salmuera de la Planta de Tratamiento de Agua

Tabla 7-49 Calidad Esperada de la Descarga de la PTA

Elementos (mg/L)	Fase 1 (Itasca) Caso Superior	Fase 2 (ERM) 1:10 Año, Húmedo	Objetivo de Descarga
Al	7,1	14,89	0,95
Cd	0,0006	0,264	0,0011
Co	0,013	1,084	0,011
Cr	0,046	2,376	0,035
Cu	0,027	6,223	0,0052
Fe	36	140	1
Pb	0,019	2,679	0,0069
Mn	1,2	7,864	0,11
Mo	0,09	0,012	0,011
Ni	0,006	1,088	0,027
Zn	0,3	10,22	0,03
Se	0,012	0,007	0,001
SO ₄	210	382	250

Fuente: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

La planta de tratamiento de agua producirá un flujo de desechos de salmuera que contiene sales concentradas. Este flujo se enviará a la planta de relleno en pasta para utilizarse como relleno cementado. Cuando la planta de relleno en pasta no esté funcionando, el flujo de salmuera será absorbido en el circuito de la planta de procesamiento de mineral.

Durante la etapa de cierre, el flujo de salmuera será colocado en la mina subterránea.

7.5.2 Desechos Sólidos a Generarse

7.5.2.1 *Criterios de Manejo*

La premisa de manejo de residuos usado por el PLL corresponde a reducir la generación de desechos, reusar y reciclar al máximo posible, y manejar adecuadamente todos los residuos hasta su disposición final. Uno de los aspectos importantes en el manejo de los residuos se refiere a proteger la salud de las personas y la fauna, así como evitar afectaciones a otros componentes ambientales.

Los criterios del manejo de residuos son:

- > Prevenir y reducir la generación de residuos promoviendo el reciclaje y reúso.
- > Selección en sitio de origen para separar reciclables de no-reciclables.
- > Promover el desarrollo local, cuando sea posible, con proyectos de generación de compostaje u otro uso para desechos orgánicos.
- > Material de construcción, tal como restos de metales, escombros y otros que puedan reusarse serán almacenados en forma separada de los domésticos .
- > Retornar todo embalaje a los proveedores para su manejo, según sus políticas y programas vigentes.
- > Evitar la sobrecarga de los sitios de manejo de disposición comunales.

7.5.2.1.1 Área para almacenamiento temporal de residuos

Tabla 7-50 Instalaciones para el manejo de desechos

Infraestructura/Instalaciones	Área (ha)	Coordenadas WGS84 Zona 17 Sur	
		Este (m)	Norte (m)
Área para almacenamiento temporal de residuos	0,23	697820,82	9663891,59

Fuente: G-Mining, 2022

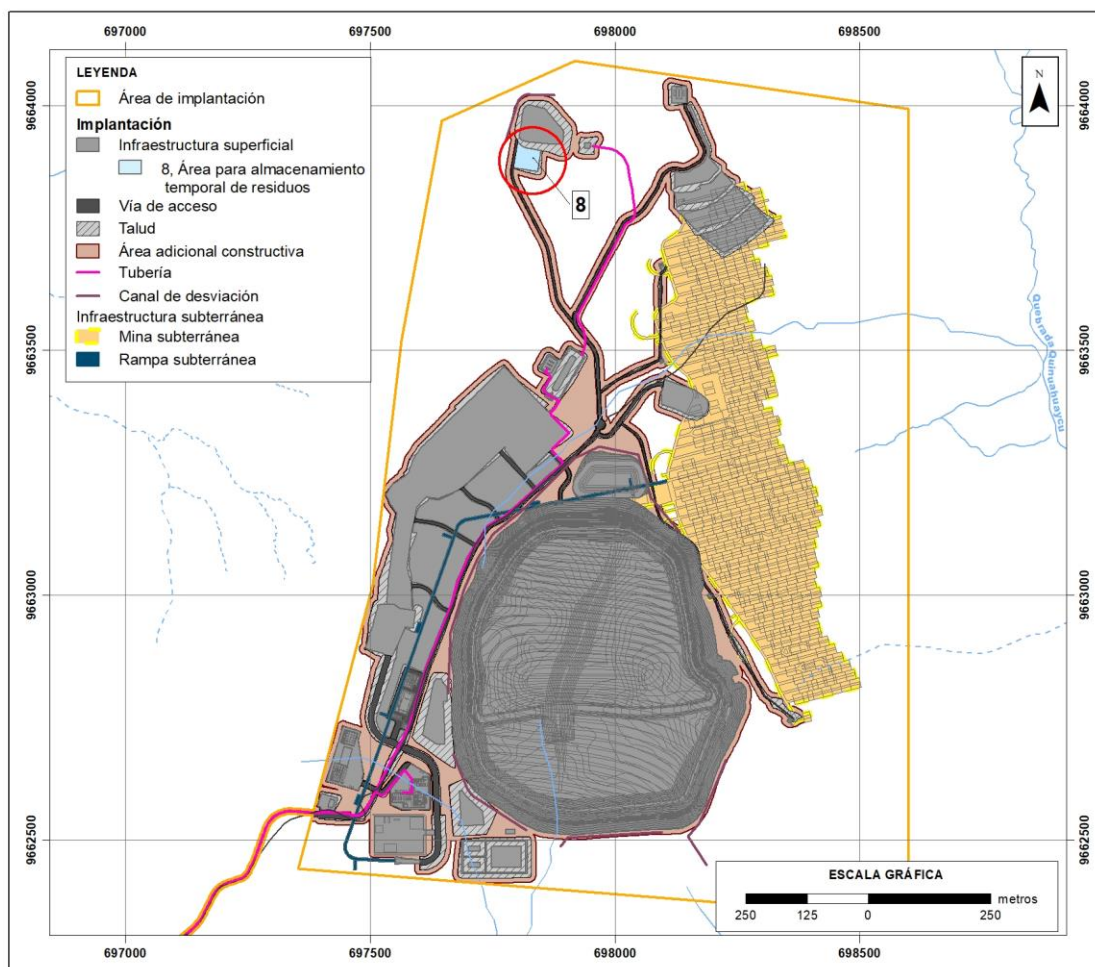


Figura 7-108 Ubicación del Área para Almacenamiento Temporal de Residuos

Fuente: G-Mining 2022

Elaboración: Cardno ENTRIX, 2022 (ver Anexo B. Cartografía; mapa 7.1-1. Mapa de Implantación).

Esta área estará debidamente cubierta e impermeabilizada para evitar que exista cualquier tipo de infiltración de aguas de escorrentía procedentes del contacto del agua lluvia con los residuos almacenados. Por lo tanto, no se generará lixiviación.

Los líquidos que se recolecten en esta área serán conducidos también a la piscina principal de manejo de agua de contacto.

Canales de desvío de aguas naturales (escorrentía o agua de no contacto) serán construidos aguas arriba de la instalación para evitar que las aguas naturales entren en contacto con la instalación de manejo de residuos y que se aumente innecesariamente el volumen de líquidos a manejar.

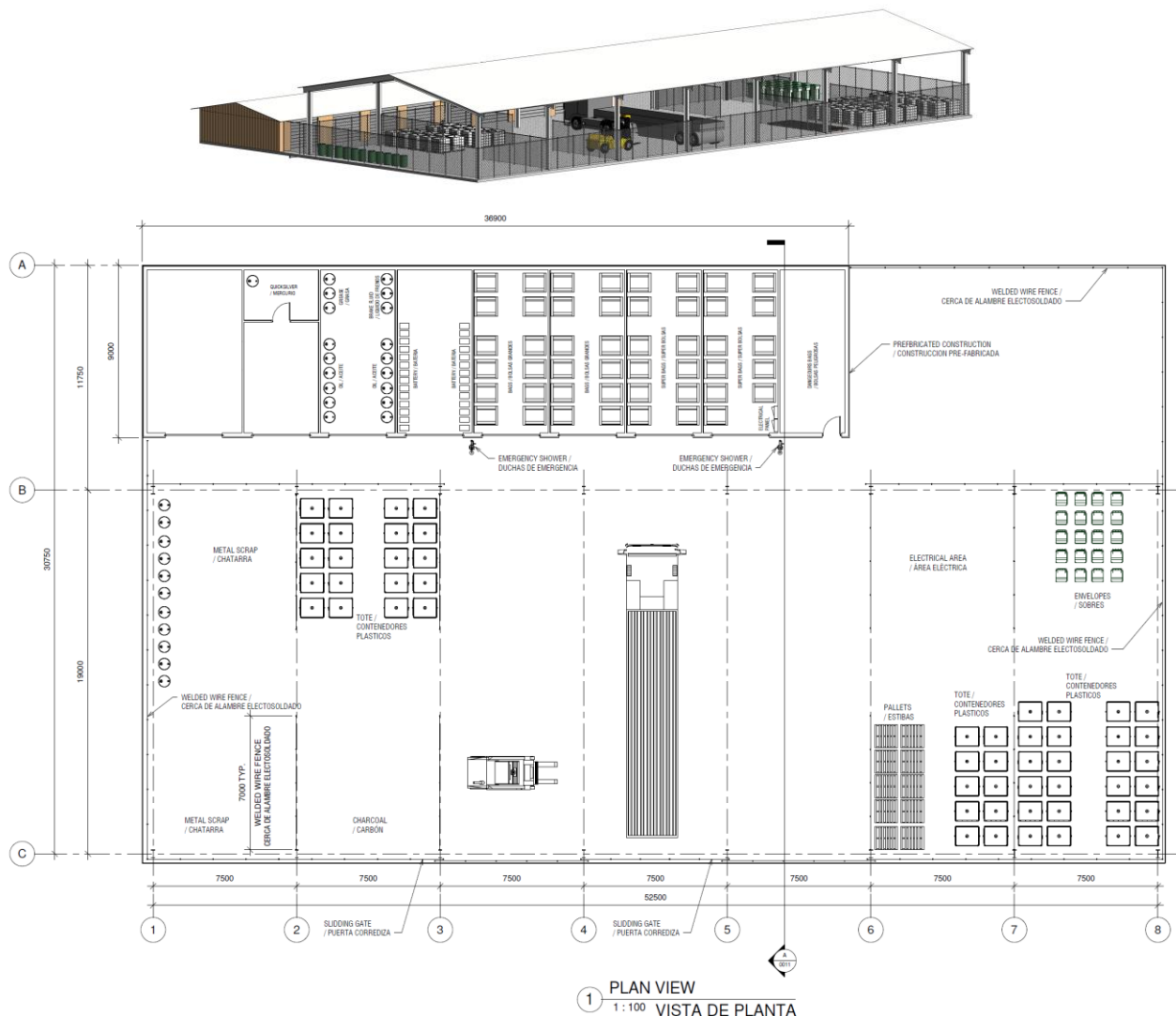


Figura 7-109 Diseño tipo del Área para almacenamiento temporal de residuos

Fuente: GMining 2019

7.5.2.2 Desechos No Peligrosos

Los desechos de construcción y operación estarán compuestos por restos de embalajes, algunos escombros de construcción, piezas de metal, restos de vidrios, vidrio, desechos de oficina, cartón, papel, plásticos, desechos de alimentos y otros, que se generarán a partir de una variedad de fuentes, incluidas las áreas de construcción, bodegas, taller, planta de procesamiento de mineral, oficinas y cafetería.

Para el manejo de los desechos no-peligrosos generados durante la construcción y operación de la mina se establecerá el área para almacenamiento temporal de residuos.

Los residuos que se generen en la construcción, operación y cierre serán dispuestos mediante una empresa gestora debidamente autorizada, que recogerá de sitio dichos residuos, al igual que los residuos

que se produzcan en la zona de comedor, vestidores, oficinas u otras áreas relacionadas serán gestionados a través de convenios con los Gobiernos Autónomos Descentralizados.

En el caso específico de los residuos orgánicos, estos serán destinados al compostaje (u otro uso para desechos orgánicos) por parte de la comunidad bajo la modalidad de proyectos de desarrollo local.

Se procurará que todo envase y embalaje sea retornado al proveedor para su manejo según sus propios planes.

En función de lo señalado, los volúmenes totales de residuos domésticos identificados para el PLL durante la etapa de construcción están considerados para un manejo total de residuos en el área para almacenamiento temporal de residuos y está basado en un promedio de 1500 trabajadores diarios con una producción proyectada del doble de una proyección estimada para el 2015 por el Banco Mundial (1,5 kg/día/persona), para, de esta manera, incluir además de los desechos domésticos a los residuos no peligrosos de la construcción de la mina. Así, en total, se estimó una generación de 821.25 t/a durante la construcción (Tabla 7-51).

Tabla 7-51 Registro de Generación de Residuos Sólidos No-Peligrosos

Tipo de Desecho	Cantidad Estimada	Almacenamiento	Disposición Final
Orgánicos no cocidos (kg)	0,4 kg/persona/día	Temporal en el PLL para ser enviados a proyectos comunitarios de compostaje o a la parcela de propiedad de DPM ECUADOR SA.	Tratamiento de compostaje (u otro uso para desechos orgánicos) para uso comunitario
Lavaza cocina (kg)	0,2 kg/persona/día	Temporal en el PLL para ser enviados a proyectos comunitarios de compostaje o a la parcela de propiedad de DPM ECUADOR SA.	Tratamiento de compostaje para uso comunitario (u otro uso para desechos orgánicos)
Lavaza comedor (kg)	0,2 kg/persona/día	Temporal en el PLL para ser enviados a proyectos comunitarios de compostaje o a la parcela de propiedad de DPM ECUADOR SA.	Tratamiento de compostaje para uso comunitario (u otro uso para desechos orgánicos)
Madera (kg)	2 t/mes durante la construcción y operaciones	Área para almacenamiento temporal de residuos	Uso en el proyecto u otros
No reciclables (kg)	Dos veces 1,5 kg/día/persona, estimado en: 1140 t para dos años de construcción. 8500 t para la operación.	El almacenamiento no existe, ya que va directo desde la generación, recolección y disposición final	Rellenos sanitario externos, mediante empresas gestoras debidamente autorizadas.
Plástico	28 t/a	Área para almacenamiento temporal de residuos	Uso en proyecto u otros
Papel/cartón	114 t/a	Área para almacenamiento temporal de residuos	Uso en proyecto u otros
Vidrio	50 t/a	Área para almacenamiento temporal de residuos	Uso en proyecto u otros

Tipo de Desecho	Cantidad Estimada	Almacenamiento	Disposición Final
Chatarra	270 t/a	Área para almacenamiento temporal de residuos	Uso en proyecto u otros

Fuente y elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

7.5.2.3 Desechos Peligrosos

No se requiere la adición de cianuro o ácido para el proceso de producción de concentrado de Loma Larga. Los materiales peligrosos existentes en el sitio son bien conocidos y se consideran de baja toxicidad, y estos provendrán de las siguientes fuentes:

- > Talleres subterráneos.
- > Talleres de mantenimiento, bahías de reabastecimiento de combustible y almacenamiento de aceites.
- > Almacenamiento y mezcla de reactivos.

Las instalaciones indicadas como fuentes están diseñadas para evitar derrames de desechos peligrosos, pero también contienen derrames accidentales. Además de estas instalaciones fijas, estarán disponibles kits móviles de respuesta a derrames para tratar derrames peligrosos accidentales pequeños y medianos dentro y fuera del sitio. Cualquier material o suelo contaminado será gestionado como un desecho peligroso.

Los desechos peligrosos se gestionarán de conformidad con lo establecido en la normativa aplicable y vigente para este tema, de ahí que se actualizará el Registro de Generador de Desechos Peligrosos para el PLL, y todos estos se entregarán a un servicio de transporte calificado y acreditado, para su transporte fuera del sitio y entrega a un gestor autorizado.

En función del conocimiento de proyectos similares, se han estimado las cantidades de desechos peligrosos a generarse.

Página en Blanco

Tabla 7-52 Registro de Generación de Desechos Sólidos Peligrosos

Código (A. M. No. 142)	Tipo de Desecho	Cantidad Estimada (kg/año)	CRTIB	Proceso o unidad operativa	Almacenamiento	Disposición Final
B.06.02	Lodos, ripios y desechos de perforación en superficie que contienen, hidrocarburos, HAP's, Cadmio, Cromo (VI), Vanadio, Bario, Mercurio, Níquel	1000	T	PP - Proceso productivo	Almacenamiento temporal	Análisis para verificar si es peligroso. Gestor ambiental calificado
B.06.05	Mezclas y emulsiones de desechos de aceite y agua o de hidrocarburos y agua	1200	T	MN - Mantenimiento	Almacenamiento temporal	Separación del agua del aceite. El agua se reutilizará y el aceite se reciclará por un gestor ambiental calificado
B.07.01	Desechos de la extracción y separación de minerales metálicos: Relaves y lixiviados que contengan cianuro, mercurio, arsénico o posean características corrosivas.	947175000	T	PP - Proceso productivo	No aplica	Cualquier drenaje de la relavera va a un estanque de recogida. El agua que se recolecta se trata para su reutilización o descarga. Los relaves se filtrarán y se colocarán en la relavera con geomembrana.
C.16.05	Desechos de resinas alquídicas, poliéster, acrílicas, poliamidas, epóxicas, formaldehído-urea, fenol-formaldehído, poliuretano, barnices, pinturas que contengan sustancias peligrosas	120	T,I,C, R (2)	MN - Mantenimiento	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado
C.17.04	Desechos del reciclado de papel y cartón que contengan materiales peligrosos	120	T	PP - Proceso productivo	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado

Código (A. M. No. 142)	Tipo de Desecho	Cantidad Estimada (kg/año)	CRTIB	Proceso o unidad operativa	Almacenamiento	Disposición Final
C.19.07	Vegetación contaminada con hidrocarburos	1000	T	MN - Mantenimiento	Almacenamiento temporal en el sitio de residuos peligrosos	Tratamientos biológicos en sitio después de su trituración. Una vez tratado, se pone en el área de almacenamiento de suelos para su utilización en rehabilitación del área.
C.19.13	Suelos contaminados con hidrocarburos generados por derrames	1000	T	MN - Mantenimiento	Almacenamiento temporal	Tratamiento biológico en la zona definida como "finca de tierra". Después del tratamiento, se almacenarán en la reserva de suelo para su uso en rehabilitación
C.19.14	Materiales adsorbentes contaminados utilizados en los derrames de hidrocarburos o de sustancias químicas peligrosas	120	T	MN - Mantenimiento	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado
C.19.17	Materiales plásticos contaminados con hidrocarburos o productos químicos peligrosos	120	T	MN - Mantenimiento	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado
C.20.21	Desechos, escorias de explosivos, fósforo, materiales pirotécnicos y municiones	120	R	PP - Proceso productivo	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado
C.24.01	Lodos de las plantas de tratamiento de aguas residuales industriales	15000	T	MN - Mantenimiento	No aplica	Relavera

Código (A. M. No. 142)	Tipo de Desecho	Cantidad Estimada (kg/año)	CRTIB	Proceso o unidad operativa	Almacenamiento	Disposición Final
C.24.06	Escorias de fundición de plomo u otras escorias que contengan arsénico, cadmio o plomo	120	T	PP - Proceso productivo	Almacenamiento temporal	Molino de bolas
C.26.01	Desechos de solventes empleados en la limpieza de circuitos electrónicos	12	T, I	MN - Mantenimiento	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado
C.26.02	Desechos eléctricos y electrónicos que contienen sustancias peligrosas	12	R	MN - Mantenimiento	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado
C.27.04	Pilas o baterías usadas o desechadas que contienen metales pesados	120	T	MN - Mantenimiento	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado
C.33.01	Desechos de líquido de frenos agotados	1200	T, I	MN - Mantenimiento	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado
D.35.02	Aceites dieléctricos sin PCB	120	T, I	MN - Mantenimiento	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado
F.42.02	Suelos y materiales contaminados con hidrocarburos u otras sustancias peligrosas	1000	T	PP - Proceso productivo	Almacenamiento temporal	Tratamiento biológico en la zona definida como "finca de tierra". Reserva de suelo para su uso en rehabilitación.
Q.86.05	Objetos cortopunzantes que han sido utilizados en la atención de seres humanos o animales; en la investigación, en laboratorios y administración de fármacos.	12	B	SAX - Servicios auxiliares	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado

Código (A. M. No. 142)	Tipo de Desecho	Cantidad Estimada (kg/año)	CRTIB	Proceso o unidad operativa	Almacenamiento	Disposición Final
Q.86.07	Material e insumos que han sido utilizados para procedimientos médicos y que han estado en contacto con fluidos corporales	12	B	SAX - Servicios auxiliares	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado
Q.86.08	Fármacos caducados o fuera de especificaciones	12	T	SAX - Servicios auxiliares	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado
S.95.02	Desechos de solventes de limpieza de equipos electrónicos	12	I	MN - Mantenimiento	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado
ES-03	Plásticos de invernadero	18		SAX - Servicios auxiliares	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado
ES-04	Neumáticos usados o partes de los mismos	12000		MN - Mantenimiento	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado
ES-06	Equipos eléctricos y electrónicos en desuso que no han sido desensamblados, separados sus componentes o elementos constitutivos.	120		MN - Mantenimiento	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado
ES-07	Aceites vegetales usados generados en procesos de fritura de alimentos.	12		SAX - Servicios auxiliares	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado

Código (A. M. No. 142)	Tipo de Desecho	Cantidad Estimada (kg/año)	CRTIB	Proceso o unidad operativa	Almacenamiento	Disposición Final
F.41.01	Desechos de construcción o demolición de edificios que contienen materiales peligrosos	120	T	MN - Mantenimiento	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado. Al cierre de la mina, los edificios serán desmantelados. Se limpiará todo material contaminado con residuos peligrosos. El material limpio se colocará en la mina subterránea
H.49.01	Desechos líquidos de la limpieza de carros cisternas (tanqueros) de transporte terrestre que contengan productos químicos peligrosos y desechos peligrosos	120	T, I	MN - Mantenimiento	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado
NE-03	Aceites minerales usados o gastados	10000	T, I	MN - Mantenimiento	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado
NE-07	Baterías usadas plomo-ácido	1200	C	MN - Mantenimiento	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado
NE-08	Baterías usadas que contengan Hg, Ni, Cd u otros materiales peligrosos y que exhiban características de peligrosidad.	120	T	MN - Mantenimiento	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado
NE-09	Chatarra contaminada con materiales peligrosos	2000	T	PP - Proceso productivo	Almacenamiento temporal en patio de chatarra previo a la limpieza	Gestor ambiental calificado
NE-10	Desechos biopeligrosos activos resultantes de la atención médica prestados en centros médicos de empresas	12	B	SAX - Servicios auxiliares	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado

Código (A. M. No. 142)	Tipo de Desecho	Cantidad Estimada (kg/año)	CRTIB	Proceso o unidad operativa	Almacenamiento	Disposición Final
NE-15	Desechos de carácter explosivo	600	R	PP - Proceso productivo	Almacenamiento temporal en el polvorín	Retornados al proveedor para su manejo
NE-18	Desechos de soluciones ácidas con pH < 2	12	C	SAX - Servicios auxiliares	Almacenamiento temporal	Molino de bolas
NE-23	Desechos químicos de laboratorio de análisis y control de calidad	240	T	PP - Proceso productivo	Almacenamiento temporal en el laboratorio	Todos los materiales se colocarán en el molino de bolas, ya que pueden contener oro
NE-24	Desechos sólidos o lodos/sedimentos de sistemas de tratamiento de las aguas residuales industriales que contengan materiales peligrosos: Cr (VI), As, Cd, Se, Sb, Te, Hg, Tl, Pb, cianuros, fenoles o metales pesado	15000	T	MN - Mantenimiento	No aplica	Relavera
NE-27	Envases contaminados con materiales peligrosos	120	T	PP - Proceso productivo	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado
NE-29	Envases y contenedores vacíos de materiales tóxicos sin previo tratamiento	120	T	PP - Proceso productivo	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado
NE-30	Equipo de protección personal contaminado con materiales peligrosos	120	T	PP - Proceso productivo	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado

Código (A. M. No. 142)	Tipo de Desecho	Cantidad Estimada (kg/año)	CRTIB	Proceso o unidad operativa	Almacenamiento	Disposición Final
NE-31	Escombros de construcción contaminados con materiales peligrosos	240	T	PP - Proceso productivo	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado
NE-32	Filtros usados de aceite mineral	1200	T	MN - Mantenimiento	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado
NE-34	Aceites, grasas y ceras usadas o fuera de especificaciones	120	T, I	PP - Proceso productivo	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado
NE-35	Hidrocarburos sucios o contaminados con otras sustancias	10000	T, I	PP - Proceso productivo	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado
NE-36	Lodos de aceite	12	T	PP - Proceso productivo	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado
NE-37	Lodos de sistema de tratamiento de las aguas residuales domésticas que contengan materiales peligrosos	20000	T	MN - Mantenimiento	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado
NE-38	Lodos de tanques de almacenamiento de hidrocarburos	120	T, I	MN - Mantenimiento	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado
NE-40	Luminarias, lámparas, tubos fluorescentes, focos ahorradores usados que contengan mercurio	12	T	MN - Mantenimiento	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado
NE-42	Material adsorbente contaminado con hidrocarburos: waipes, paños, trapos, aserrín, barreras adsorbentes y otros materiales sólidos adsorbentes	500	T	MN - Mantenimiento	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado

Código (A. M. No. 142)	Tipo de Desecho	Cantidad Estimada (kg/año)	CRTIB	Proceso o unidad operativa	Almacenamiento	Disposición Final
NE-43	Material adsorbente contaminado con sustancias químicas peligrosas: waipes, paños, trapos, aserrín, barreras adsorbentes y otros materiales sólidos adsorbentes	200	T	PP - Proceso productivo	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado
NE-44	Material de embalaje contaminado con restos de sustancias o desechos peligrosos	500	T	PP - Proceso productivo	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado
NE-45	Mezclas oleosas, emulsiones de hidrocarburos- agua, desechos de taladrina	500	T	PP - Proceso productivo	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado
E-47	Productos farmacéuticos caducados o fuera de especificaciones generados en empresas no farmacéuticas	12	T	SAX - Servicios auxiliares	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado
NE-49	Residuos de tintas, pinturas, resinas que contengan sustancias peligrosas y exhiban características de peligrosidad	120	T, I (1)	MN - Mantenimiento	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado
NE-52	Suelos contaminados con materiales peligrosos	1000	T	MN - Mantenimiento	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado
NE-53	Cartuchos de impresión de tinta o tóner usados	24	T	MN - Mantenimiento	Almacenamiento temporal	Gestor ambiental calificado

Fuente y elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

7.5.2.4 Escombrera de Material Inadecuado

La base de la escombrera de material inadecuado tiene 395 m², y sus dimensiones se indican a continuación:

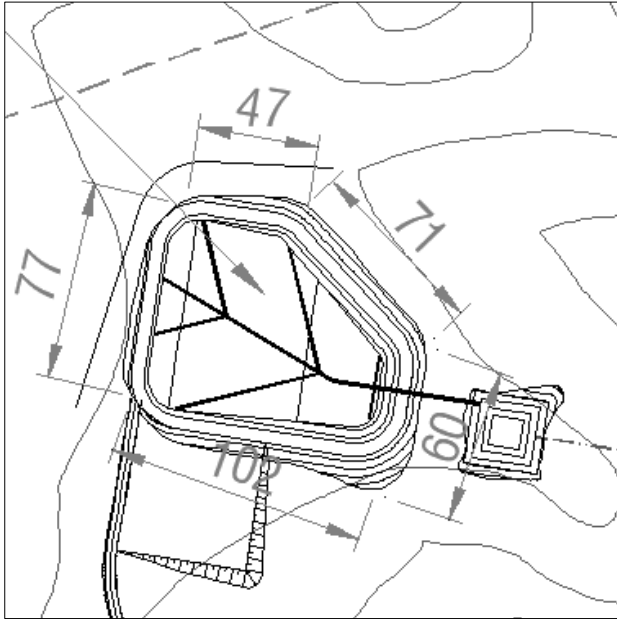


Figura 7-110 Dimensiones de la escombrera de material inadecuado y piscina de sedimentación

Fuente GMining, 2021

La escombrera albergará material producto del movimiento de tierras de la construcción y cualquier otro material estéril, no generador potencial de ácido (PAG).

La adecuación de la superficie para el almacenamiento de material incluirá la remoción de la capa superficial del suelo y nivelación del área para que los materiales a almacenarse puedan depositarse por volteo de volquetas de 40T, y acomodarse mediante dozers. Se estima que el apilamiento de material no sobrepase 10 m de altura, lo cual, esparcido en el área señalada ofrece estabilidad y seguridad durante la operación, y la capacidad de almacenamiento se estima en 50,000 m³. Se construirán bermas perimetrales para contener cualquier escorrentía de agua de contacto e infiltración dentro del área.

La piscina de sedimentación tiene un área en la superficie de 23 m x 23 m. Asumiendo un borde libre o revancha de 0.5 m, contará con una capacidad aproximada de 310 m³. Estará recubierta por geomembrana de polietileno de alta densidad para evitar infiltraciones. Esta agua será tratada como agua de contacto. Y la misma se conducirá mediante tubería a la Planta de Tratamiento de Agua o a la Planta de Proceso, según las necesidades de la operación.

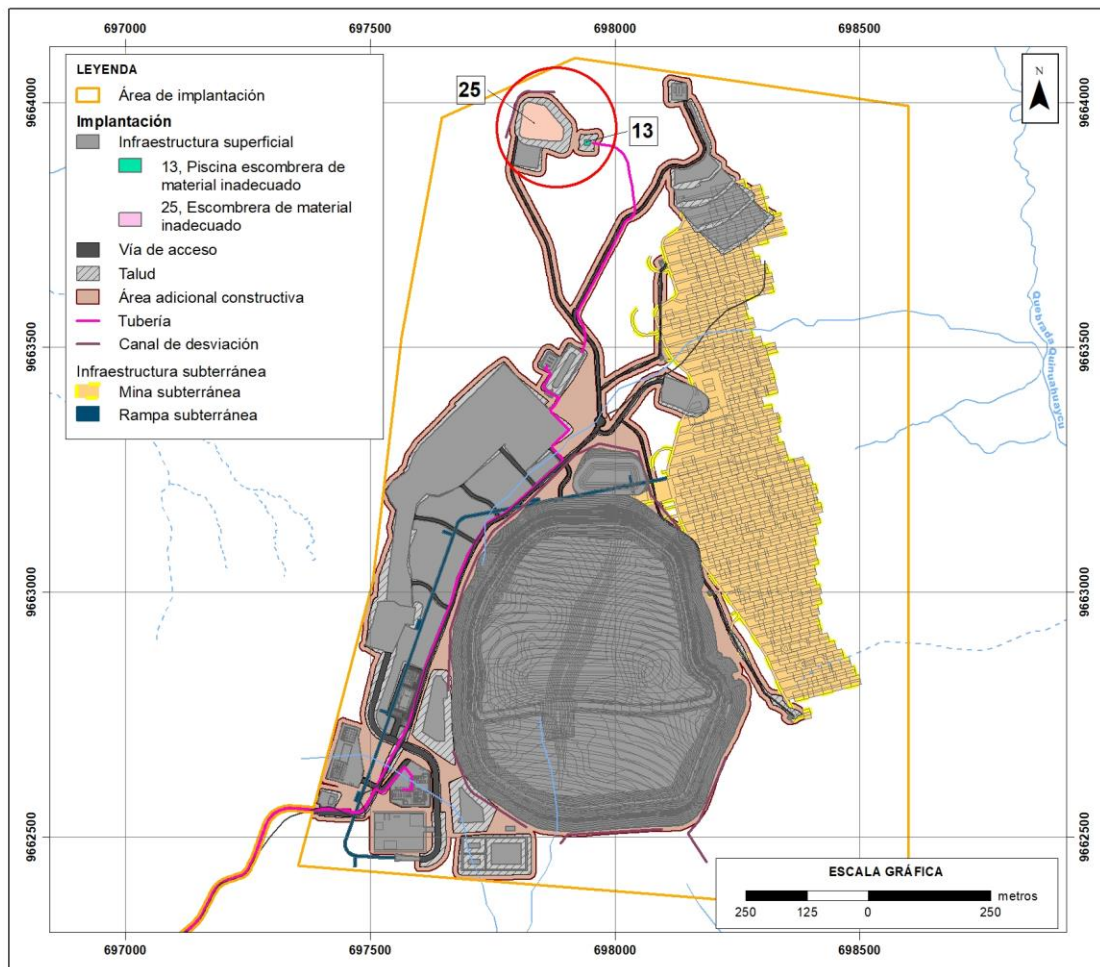


Figura 7-111 Ubicación de la Escombrera de Material Inadecuado

Fuente: G-Mining 2022

Elaboración: Cardno ENTRIX, 2022 (ver Anexo B. Cartografía; mapa 7.1-1. Mapa de Implantación).

El agua de no contacto se desviará por canales perimetrales hacia su cauce natural, según se muestra en la Figura 7-112 Zonas de Manejo de Escorrentía-Captación y Desvío de Agua en el Sitio.

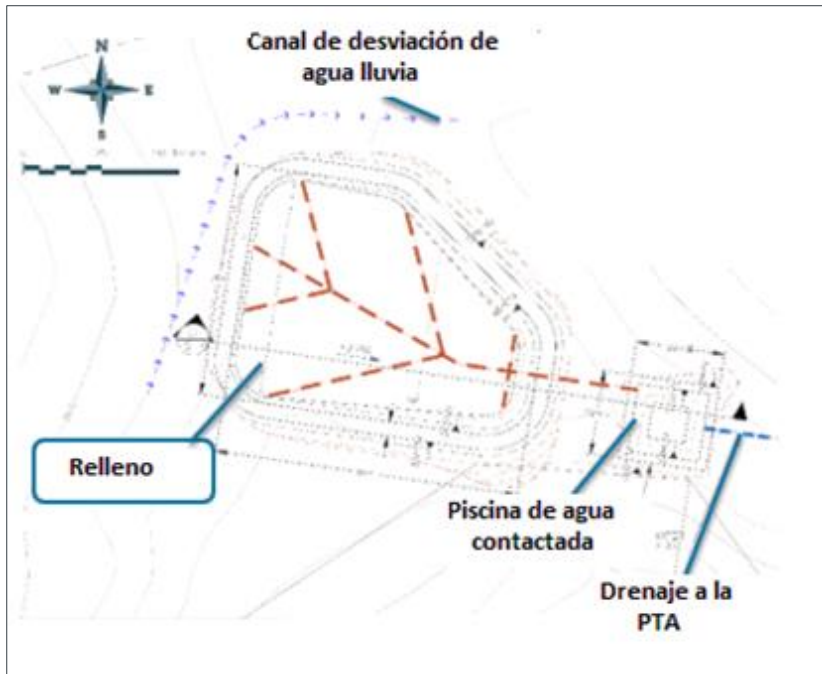


Figura 7-112 Zonas de Manejo de Escorrentía-Captación y Desvío de Agua en el Sitio

Fuente: DRA, 2019

7.6 Etapa y Actividades de Implementación del Proyecto

7.6.1 Construcción

7.6.1.1 Consideraciones Clave

Las consideraciones clave del cronograma para la etapa de construcción incluyen lo siguiente:

- > La ruta crítica para la construcción incluye el movimiento de tierra, y la adjudicación del contrato tendrá como objetivo la movilización del contratista, que se produce paralelamente con la finalización del permiso de construcción, de tal manera que la construcción pueda comenzar poco después de que los permisos entren en vigencia.
- > Se programarán las actividades de construcción de los principales paquetes de terceros (relavera, planta de relleno en pasta y planta de tratamiento de agua) con actividades de construcción similares ejecutándose paralelamente con las instalaciones de la planta de procesamiento.

Los objetivos principales del plan de ejecución de la construcción del PLL incluyen:

- > Lograr el objetivo de cero daños (personal, instalaciones y ambiente).
- > Gestionar de forma proactiva la seguridad y amplia participación para identificar y eliminar peligros.
- > Cumplir o superar los requisitos reglamentarios y de permisos.
- > Entregar una instalación de alta calidad que cumpla o supere los objetivos definidos del Proyecto.
- > Mantener el buen ánimo y crear un ambiente de trabajo respetuoso, positivo y cooperativo para todo el personal y las empresas involucradas.
- > Identificar y eliminar las barreras que afectan el progreso. Los informes de proyectos fomentarán la identificación de barreras y el escalamiento para lograr una atención oportuna.

- > Promover una atmósfera de impacto social positivo y de participación local para las comunidades vecinas y cercanas.
- > Informar sobre los éxitos durante la construcción y puesta en marcha del Proyecto.

El alcance del contratista incluirá el suministro, la fabricación y la instalación de todos los artículos a granel. El equipo de gestión de materiales del sitio EPCM coordinará con logística para el equipo comprado por el propietario, la recepción formal de entrega y la transferencia formal al respectivo subcontratista.

Las áreas de bodegas temporales de equipos (control del equipo de EPCM y/o subcontratistas) y materiales a granel de los subcontratistas se prepararán en la terraza del sitio destinada a las instalaciones de mantenimiento y abastecimiento de combustible de camiones.

Antes de la movilización, se desarrollará un plan integral de manejo de Salud, Seguridad y Ambiente (SSA), que abordará las políticas, procedimientos y estándares generales para el Proyecto, incluidas las prácticas operativas estándar y los planes de respuesta ante emergencias.

Se considerará la participación del contratista y evaluaciones de riesgo previas a la movilización, supervisión continua, identificación de incidentes, investigación y reportes.

El plan de gestión de SSA aborda específicamente los procedimientos de seguridad requeridos para alcanzar el estado de energía cero en las etapas de construcción y puesta en marcha con los procedimientos necesarios para el bloqueo y etiquetado (LOTO, por sus siglas en inglés), incluidos los permisos de capacitación y trabajo requeridos antes de la liberación del trabajo.

Se gestionará la calidad de la construcción mediante la implementación de un Plan de Control de Calidad del Sitio (SQCP, por sus siglas en inglés), que detallará los sistemas de manejo de la calidad del sitio que se utilizarán para todas las actividades de construcción, documentación, informes, identificación y corrección de deficiencias e incumplimiento. El equipo de ingeniería de campo es responsable del SQCP, y actuará para verificar que el contratista, el subcontratista, el laboratorio y los servicios de inspección de terceros realicen el control de calidad.

El equipo de construcción establecerá el sistema de lista de cotejo que se utilizará en las etapas de construcción y puesta en marcha, para garantizar la calidad de las obras, la identificación de deficiencias y la priorización de los elementos críticos de seguridad y proceso y como registro de los elementos de garantía continua del contratista que se abordarán.

7.6.1.2 Instalaciones de Preproducción

Se requieren instalaciones de preproducción en el establecimiento inicial del sitio y las obras tempranas, antes de la instalación de la infraestructura principal.

Estas instalaciones se utilizarán principalmente durante el período de aceleración, que dura aproximadamente del año -1 al año 0 y hasta que se construya la infraestructura permanente. Todas estas instalaciones serán construidas y ubicadas para garantizar un daño ambiental potencial mínimo y una escorrentía mínima. Las instalaciones de preproducción incluirán:

- > Piscinas de control de sedimentos y bermas de desviación de agua. Establecer un área contenida, en la que toda el agua y la escorrentía de sedimentos se capten y traten antes de su descarga al ambiente.
- > Control de acceso al sitio: caseta de vigilancia en contenedor y barrera de acceso al sitio.
- > Administración del sitio-oficinas en contenedores.
- > Abluciones del sitio: inodoros químicos, cuyos desechos se limpian antes de retirar del sitio.
- > Energía temporal: generadores iniciales hasta que se alimente la línea de 22 kV.
- > Comunicación-Internet satelital y conexiones de teléfono celular. Canales de radio dedicados.

- > Instalaciones temporales de agua potable. Por lo general, habrá agua embotellada o un tanque de reserva.
- > Áreas de bodegas temporales y almacenamiento: áreas cercadas y seguras para el almacenamiento de equipos y materiales.
- > Talleres: estructuras temporales para permitir que comiencen las obras y el servicio del equipo.
- > Cementera móvil: equipo temporal para suministrar cemento para la construcción.
- > Acopios temporales: las áreas temporales se deben identificar para indicar dónde se colocan los desechos y los acopios de suelo superficial, antes de lograr el acceso a ubicaciones permanentes. Se prevé colocar tales acopios temporales en las áreas demarcadas para los acopios de desechos. Los acopios tendrán revestimiento.

Se prevé establecer la mayoría de estas instalaciones en el área del portal de la mina, y utilizarla como un sitio centralizado para las actividades de preproducción.

7.6.1.3 *Secuencia de Construcción*

7.6.1.3.1 *Vía de Acceso al Sitio*

Antes de lograr el acceso al sitio, se mejorará la vía de acceso desde San Gerardo. En este período, no habrá instalaciones disponibles en el sitio, por lo que las operaciones de construcción se gestionarán desde instalaciones temporales contratadas en San Gerardo.

Una vez que esté listo el acceso inicial al sitio, pueden aplicarse los contratos para movilizar equipos para el desarrollo de la mina y el movimiento de tierras.

7.6.1.3.2 *Construcción del Sitio*

En el siguiente esquema se representa la secuencia de construcción del sitio planificada.

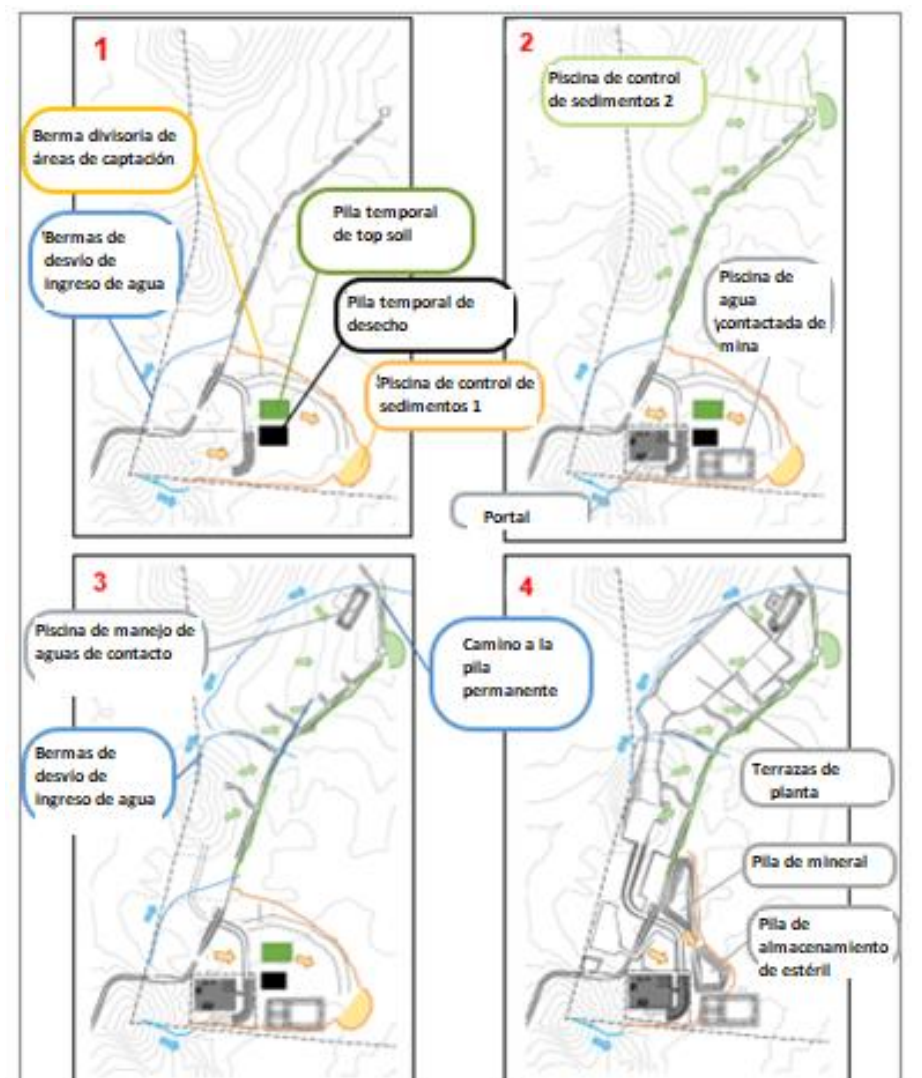


Figura 7-113 Secuencia de Construcción de la Mina y de la Planta de Procesamiento de Mineral

Fuente y elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

Esta secuencia involucrará los siguientes pasos:

- > Antes de establecerse en el sitio, se deberá desarrollar un área de escurrimiento de agua y control de sedimentos con el uso de equipos de movimiento de tierra. Las bermas de desviación de ingreso de agua asegurarán que el agua que puede estar potencialmente contaminada, del exterior del área identificada, no pueda ingresar al área. Las bermas de captación de agua desviarán a una piscina temporal de control de sedimentos (1) el agua y la escurrimiento de sedimentos del área identificada será tratada y descargada en función de los límites máximos permisibles establecidos por la legislación. Una vez que se establece esta área, a través de los movimientos de tierra, se podrá comenzar a construir terrazas para los diversos elementos identificados. Las áreas de acopios temporales deben estar revestidas antes de colocar el material.
- > Después del establecimiento inicial, se mejorará la vía existente en el área del sitio y servirá como una cuenca de captación del agua de escurrimiento, y el sedimento se conducirá a la piscina de control de sedimentos (2) temporal. También se construirán en este período el portal de la mina y la piscina de manejo de agua contactada del área de la mina.

- > Luego del mejoramiento inicial de la vía del sitio, se construirá la piscina de manejo del agua contactada de la planta de procesamiento de mineral. Esta piscina contará con instalaciones temporales para el tratamiento del agua que será tratada y descargada en función de los límites máximos permisibles establecidos por la legislación.
- > Luego, se construirán caminos de acceso a la terraza y bermas de desviación de agua de entrada para las áreas de terraza de la planta. Se seguirán desarrollando las vías al sitio para incluir el acceso a la zona de almacenamiento de suelo superficial, lo que permitirá construir esta zona de forma permanente, y se podrán mover a esta los almacenamientos que se hayan establecido de forma temporal.
- > La escorrentía y el sedimento del agua de la zona de captación se desviarán, en adelante, a las instalaciones de piscinas de agua contactada permanentes, y las piscinas de sedimentos temporales se mantendrán vacías para situaciones de emergencia.
- > Una vez establecido el acceso a la zona de almacenamiento de suelos permanente, y la posterior eliminación de los acopios temporales del suelo superficial, se podrán construir la pila de material estéril y la pila de almacenamiento de mineral. Esto permitirá el desarrollo de la minería y la construcción de terrazas para continuar.

7.6.2 Operación

Los procesos de operación se realizarán de acuerdo con los lineamientos establecidos y descritos en las secciones previas, de conformidad con el cronograma establecido para el Proyecto.

7.6.3 Cierre

Esta sección describe el Plan Conceptual de Cierre y Recuperación de Minas del Proyecto (MCRP, por sus siglas en inglés). Presenta los objetivos, el alcance espacial y temporal, las regulaciones y los compromisos del Proyecto para guiar el MCRP, y los Indicadores Claves de Desempeño (KPI, por sus siglas en inglés) que serán monitoreados para evaluar el cierre exitoso y la recuperación del Proyecto.

7.6.3.1 Objetivos

El objetivo del MCRP conceptual para el Proyecto es dejar un paisaje seguro y ambientalmente estable al cierre del Proyecto, para lo que se busca dejar la tierra intervenida por las actividades mineras en una condición que minimice las responsabilidades a corto y largo plazo de INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, que esté alineada con las expectativas de la comunidad local y que mantenga la reputación y autoridad de INV para operar.

Las áreas clave que se abordarán en el cierre y la recuperación de minas incluyen, entre otras, las siguientes:

- > Calidad y cantidad de agua superficial y subterránea.
- > Restauración de los valores ecológicos terrestres (suelo, vegetación, vida silvestre).
- > Legado social.
- > Propiedad posterior al cierre de la infraestructura externa.

Los objetivos específicos de las actividades de cierre y recuperación de minas son:

- > Dejar un sitio con geoformas físicas y químicamente estables donde pueda desarrollarse el ecosistema, de modo que el sitio cumpla con las normas específicas de aguas superficiales de descarga y subterráneas del Ecuador, para la protección del agua potable.

- > Incorporar conceptos de cierre de tierras por parte de los actores claves, con el objetivo de permitir el próximo uso deseado de la tierra que cumpla con las regulaciones y contribuya a los beneficios socioeconómicos.
- > Usar el suelo superficial almacenado para la recuperación continua a lo largo de la vida del Proyecto con el fin de minimizar las responsabilidades de rehabilitación al final del Proyecto.
- > Implementar el programa de cierre y recuperación de minas de la manera más rentable posible, con habilidades, equipos y materiales disponibles comercialmente, considerando los factores locales predominantes, tales como: clima, estacionalidad, geografía, demografía, infraestructura, seguridad, gobernabilidad, capacidad y confiabilidad operativa.
- > Incluir contingencias por suspensión temporal de actividades y cierre anticipado permanente.

7.6.3.2 Alcance

El MCRP conceptual es aplicable para la vida útil de la mina (LOM, por sus siglas en inglés) que se extiende sobre todas las áreas del Proyecto, incluidos la vía de acceso a la mina y líneas de transmisión. El cierre de la vía de acceso externa desde San Gerardo al sitio de la mina desde el sur no está incluido, ya que este es un acceso público que llega hasta el portón del Proyecto.

Se formularán los planes de rehabilitación y cierre junto con las diversas etapas del desarrollo de la mina. Es una práctica general tener conceptos de nivel de alcance al comienzo de las operaciones, pasando a diseños de nivel de factibilidad a los cinco años del cierre y, luego, a los diseños finales a los dos años del cierre. Todo esto está alineado con la legislación ecuatoriana.

7.6.3.3 Vinculación con Otros Planes de Gestión de Minas

El MCRP debe considerar los siguientes planes de gestión ambiental que se anticipan para el Proyecto:

- > Plan de manejo de residuos.
- > Plan de manejo del agua.
- > Plan de control de erosión y sedimentos.
- > Plan de almacenamiento de relaves y gestión de rocas residuales.
- > Plan de relaciones con actores clave.

7.6.3.4 Planificación de la Recuperación

El programa de recuperación exitoso dependerá de la identificación y retención de los recursos del suelo para el medio de crecimiento futuro en los sitios intervenidos, así como de la implementación continua del restablecimiento exitoso de plantas nativas que se han desarrollado en el sitio en el vivero de plantas existente.

PROMAS realizó estudios de mapeo de suelos, distribución y características, entre 2008 y 2011, con muestreos de suelo en más de 100 sitios. Se realizará una caracterización adicional del sitio del suelo en el área de derechos de superficie de Los Pinos en el lugar de huella propuesta, para confirmar la disponibilidad de suelos adecuados en el sitio y su capacidad de sustento de la vegetación nativa, además del potencial para rescatar suficiente volumen de suelo en apoyo de la recuperación.

Se realizará un balance de material completo para validar si hay suficientes suelos para tapar progresivamente el relleno sanitario. De acuerdo a los componentes principales del sitio de la mina que se van a recuperar, se ha estimado que se recuperarán 54,87 ha, con un requerimiento de 164,602 m³ de suelo, asumiendo 3,3 m de colocación del suelo antes de la vegetación.

7.6.3.5 Instalaciones Mineras

7.6.3.5.1 Cierre del Área Minera Subterránea y Superficial

Para la mina subterránea, se rellenarán todas las áreas de rebajes según las mejores prácticas estándar en las operaciones mineras normales. Se rellenarán todas las áreas de desarrollo donde podría haber, a largo plazo, un potencial de fallas en el suelo que produzcan una falla en la superficie, aunque no se anticipa ninguna.

Los siguientes materiales serán retirados de la mina subterránea:

- > Equipo móvil.
- > Aceites, grasas o lubricantes.
- > Todos los productos químicos peligrosos.
- > Todos los desechos biológicos.
- > Transformadores eléctricos subterráneos.
- > Ventiladores, servicios públicos de energía, bombas de agua y tuberías y cables de alimentación que se puedan rescatar.

Cualquier material asociado con la operación de minería de superficie en el área será removido del sitio. Se cubrirá la superficie de la tierra con un medio de cultivo adecuado y se revegetará.

7.6.3.5.2 Planta de Relleno en Pasta

Se quitarán del área de la planta de relleno los edificios, los servicios públicos y todo el equipo instalado; esto se transportará por camión, se venderá o se desechará con gestores adecuados.

Se dejarán los cimientos en su lugar con todos los pernos de anclaje cortados en la parte superior del concreto. Se pueden romper y dejar en su lugar los cimientos de concreto, cubiertos por elementos de cobertura y tierra de 300 mm, para que exista un medio de crecimiento de revegetación exitoso. Se restablecerá el drenaje del sitio a los patrones naturales.

La piscina de manejo de aguas de contacto de la planta de procesamiento de mineral será desmantelada, y se bombeará el agua restante a la piscina de manejo de aguas de contacto con relaves. Se tomarán muestras de los sedimentos acumulados y se retirarán al área de relaves, si se determina que pueden ser un problema ambiental potencial.

Los revestimientos de piscinas de sedimentos drenados serán retirados y eliminados de manera apropiada. Se llenarán las piscinas finales fuera de servicio con material adecuado de las bermas y, se cubrirán con tierra antes de revegetar.

7.6.3.5.3 Área del Portal

En el área del portal, se eliminarán los edificios y el equipo eléctrico, incluida la línea eléctrica de la subestación principal en el sitio. Las áreas de superficie serán retiradas, cubiertas con tierra y revegetadas.

Las piscinas de agua y sedimentos del área del portal serán desmanteladas y recuperadas de la misma manera que las demás piscinas.

La rampa estará cerrada y no se permitirá el acceso por esta. Se instalará una cerca de acero de 6 m dentro del portal con tela de alambre soldado de acero inoxidable de 100 x 100 mm para limitar la entrada. Se rellenará el área completa del portal con material limpio para ajustarse a la geoforma circundante, se cubrirá con tierra y se revegetará.

7.6.3.5.4 Chimeneas de Ventilación y Escape

Las áreas de chimeneas de ventilación y el acceso al sitio deberán retirarse y recuperarse.

Se eliminará todo el equipo de chimeneas de ventilación y escape de la parte superior de las chimeneas, y los cimientos del ventilador se dejarán en su lugar. Se colgará una plataforma de la superficie para permitir la instalación de un mamparo de hormigón, diseñado por ingenieros, en la parte superior de la chimenea que contará con los refuerzos adecuados. Se eliminará todo el material de construcción que sobresalga, y el mamparo se revestirá con recubrimiento, según corresponda, para crear un drenaje positivo, y material de tierra vegetal para que se pueda revegetar el área.

Las vías de acceso del sitio a las chimeneas de ventilación serán desmanteladas, rediseñadas y compactadas, cubiertas con tierra y revegetadas.

Se rellenarán zanjas, se eliminarán las alcantarillas y se restaurarán los patrones de drenaje natural.

7.6.3.6 Construcciones e Infraestructura

La planificación del cierre abordará los siguientes edificios e infraestructura en el área del sitio de la planta:

- > Área de almacenamiento de minerales.
- > Piscina de recolección de infiltración de acopios de minerales.
- > Acopios de minerales triturados cargados.
- > Trituradora primaria.
- > Edificio de procesos.
- > Piscina de agua de proceso.
- > Almacenamiento de concentrados.
- > Subestación eléctrica.
- > Servicios de la mina (electricidad, agua, comunicaciones).
- > Áreas de administración.
- > Laboratorio.
- > Tanque de agua.
- > Tanque de agua contra incendios.
- > Almacenamiento de combustibles y químicos.
- > Comedor de los trabajadores.
- > Tratamiento de aguas residuales domésticas.
- > Estación de primeros auxilios.
- > Taller de mantenimiento y lavado de camiones.
- > Bodegas.
- > Sitios de desecho de equipos.
- > Estacionamiento de vehículos.
- > Otros edificios construidos durante las operaciones.

7.6.3.6.1 Acopio de Minerales durante las Operaciones de la Mina y Piscina de Captación de Filtraciones

Al final de la vida útil de la mina, se procesará cualquier material que quede en la plataforma de almacenamiento del área de bodegas de minerales extraídos de la mina. Se quitará y desechará el revestimiento de recolección de filtración de la base del acopio. El sitio se dismantelará, se volverá a crear superficies en pendientes para ajustarse a la forma de relieve previa a la operación o al cierre, y se revestirá con un recubrimiento, según sea necesario, para recuperar el paisaje y el suelo para la revegetación.

La piscina de captación de filtraciones del acopio de minerales será dismantelada de la misma manera que las demás piscinas.

7.6.3.6.2 Infraestructura de la Planta

El enfoque general para cerrar edificios e infraestructura del sitio de la planta involucrará:

- > Apagado adecuado de los equipos operativos con los controles ambientales apropiados para evitar emisiones ambientales.
- > Eliminación de todos los combustibles, aceites, lubricantes, pinturas, solventes y otras sustancias peligrosas y no-peligrosas en contenedores aprobados y seguros. Se eliminarán los productos químicos adecuadamente o se devolverán a los proveedores si no se utilizan.
- > La planta será dismantelada y el equipo se venderá tal cual o como chatarra.
- > Se descontaminarán los edificios, oficinas o talleres que ya no se requieran para la etapa posterior al cierre, en la que se gestionará ambientalmente el sitio. Se ofrecerán para la venta y se retirarán del sitio, a menos que los actores clave locales lo requieran.
- > El acero estructural se eliminará como chatarra.
- > Los sedimentos de todos los sumideros serán eliminados y desechados en la relavera, rellenos y reformados.
- > Después de la eliminación de la infraestructura, se realizará una evaluación ambiental del sitio para determinar si existe algún sitio con suelo contaminado. El suelo contaminado se excavará y se colocará en una celda de biorremediación (la relavera) o se pondrá en contenedores y se eliminará del sitio para desecharse, dependiendo de la naturaleza de la contaminación.
- > Los sitios limpios serán descompactados, dismantelados y cubiertos por recubrimiento y tierra antes de la revegetación.
- > El sitio será contorneado para crear una forma de terreno estable, alineada con los patrones de drenaje natural, y se restaurarán las corrientes protegidas.
- > Para revegetar, se aplicará el conocimiento de larga data del vivero existente.

7.6.3.7 Corredores de Energía Eléctrica y de Tuberías

Se dejarán en su lugar la subestación eléctrica y las líneas eléctricas específicas, ya que se requiere energía para operar la planta de tratamiento de agua.

INV mantendrá conversaciones con CENTROSUR, antes del cierre, para determinar la propiedad de la estructura de la línea de transmisión en el futuro, ya que, para los propósitos de este estudio, INV ha asumido que las líneas eléctricas permanecerán siendo su propiedad después del cierre.

Cualquier línea en el sitio será dismantelada, los conductores serán retirados del sitio, vendidos o desechados, y los postes de energía serán removidos.

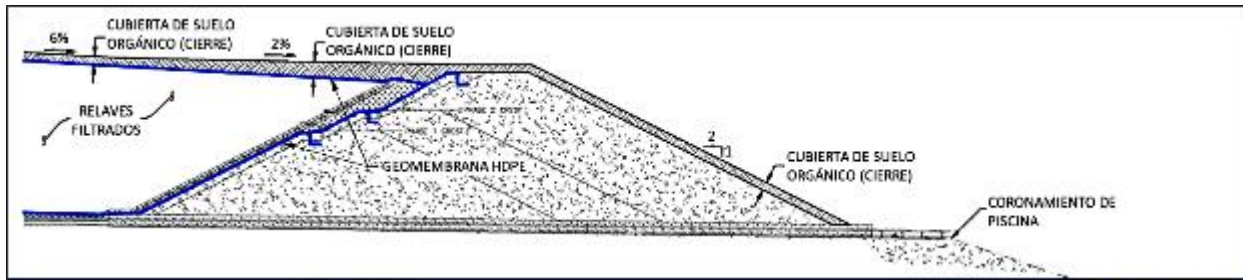


Figura 7-115 Cierre de la Relavera-Sección Muro y Piscina

Fuente y elaboración: INV MINERALES ECUADOR S. A. INVMINEC, 2020

La superficie de relaves será cubierta con una geomembrana de HDPE de 2,0 mm de espesor, y sobre esta se colocará una capa de 1 m de espesor de material suelto, con una capa superficial mínima de 10 cm de suelo orgánico, el cual será revegetado. Una vez colocado el sistema de cobertura, por consecuencia, la infiltración desde la superficie será prácticamente eliminada, los flujos de drenaje postcierre se irán reduciendo en el tiempo.

Durante este período, el agua del sistema de subdrenaje continuará siendo colectada y conducida a la planta de tratamiento de aguas hasta que los flujos hayan cesado o hasta que la calidad de agua sea aceptable para su descarga a través de un sistema de tratamiento pasivo. El cierre de la piscina de agua de contacto de la relavera consistirá en eliminar el sistema de impermeabilización, para posteriormente rellenarla con material granular. Finalmente, el área será cubierta con una capa de suelo orgánico y posteriormente sembrada.

Durante el período de postcierre, que se ha asumido en 10 años, se requerirá realizar actividades de mantenimiento de la cobertura hasta que se establezca una cubierta consistente de vegetación. La superficie de cierre será monitoreada e inspeccionada para identificar sectores deteriorados debido a erosión fluvial o de viento y, en caso de encontrarse, realizar las reparaciones necesarias. De igual manera, las áreas correspondientes al camino perimetral, canaletas de desviación de aguas lluvia y piscina de agua de contacto de la relavera serán también monitoreadas, inspeccionadas y reparadas, en la medida que sea necesario.

7.6.3.11 Cierre de Campamento Pinos

Contemplando que la infraestructura del campamento Pinos es una estructura tipo modular, el campamento será desmantelado, consiguiendo así una práctica eficiente.

De ser el caso, se ofrecerán para la venta y se retirarán del sitio, a menos que los actores clave locales lo requieran.

Los sitios limpios serán descompactados, reconfigurados y cubiertos por recubrimiento y tierra antes previo a la revegetación de la zona.

El sitio será contorneado para crear una forma de terreno estable, alineada con los patrones de drenaje natural. Para revegetar, se utilizarán especies nativas.

7.6.3.12 Monitoreo Durante y Después

Durante las actividades de cierre, se realizará un monitoreo para confirmar que no se produzcan impactos ambientales adicionales como resultado de las actividades de cierre, con especial atención a los derrames incidentales de fluidos y productos químicos e hidrocarburos durante su colocación en contenedores y posterior transporte.

Se llevarán a cabo inspecciones periódicas para confirmar que los sitios se dejan limpios y que se están llevando a cabo las acciones de recuperación según lo prescrito. INV supervisará la ejecución de la cadena de custodia fuera del sitio para confirmar la eliminación adecuada.

El vivero de plantas existente se mantendrá y operará para el inventario adicional de plantas y semillas en el período posterior al cierre, ya que se anticipa cierta revegetación y reforestación. Se cerrará el vivero o se transferirá a la comunidad local o a propietarios de tierras adyacentes una vez que ya no se lo requiera.

Durante el período posterior al cierre, algunas actividades de monitoreo continuarán en el sitio e incluirán:

- > Mantenimiento anual y monitoreo regular de todos los componentes restantes de la mina.
- > Monitoreo remoto (cámaras, sensores) donde sea posible.
- > Inspecciones de seguridad anuales de la relavera según se requiera.
- > Investigación detallada de la relavera cada cinco años y después de todos los eventos sísmicos significativos.
- > Inspección anual para evidencia adicional de subsidencia.
- > Rendimiento de la captación de agua de zanjas y sedimentación.
- > Éxito de revegetación y siembra de plantas de repuesto en casos que no hayan sido exitosos.
- > Colocación correctiva de recubrimiento y suelo en caso de eventos inesperados de erosión.
- > Monitoreo biofísico de la calidad del agua, la vida silvestre y la regeneración de plantas para evaluar el logro de los objetivos de uso final de la tierra.
- > Monitoreo y ajuste de programas sociales que se prometieron para el postcierre.

Se ha asumido que el período de tiempo requerido para el monitoreo posterior al cierre es de cinco años, pero el requisito para el monitoreo a más largo plazo dependerá de la eficacia de las actividades de recuperación, incluida la estabilidad de la presa, la calidad del agua y el éxito de la revegetación.