

4.0 Descripción del Proyecto

En esta sección se describirán las actividades previstas para la construcción y operación del proyecto Plataforma de Lixiviación 4B (PAD 4B). Las instalaciones proyectadas estarán emplazadas en la quebrada Huayrondo, al noreste del Tajo Cerro Negro, al norte del PAD 4A y al este del PAD 3. La infraestructura propuesta incluye una nueva plataforma de lixiviación que ocupará un área aproximada de 170 ha y 144 m de altura, dos pozas de procesos de 100 000 m³ de capacidad cada una para la descarga de soluciones enriquecidas de lixiviación (PLS) y para la colección de aguas de lluvia, depósitos de material excedente (DME), canales de derivación que permitirán la evacuación de la escorrentía superficial no impactada, fajas de transporte de mineral y subestaciones eléctricas para satisfacer la demanda de energía de las operaciones previstas.

Las pozas de PLS, 4B1 y 4B2, asociadas a la operación de la nueva plataforma de lixiviación estarán emplazadas al norte de la infraestructura principal. La subestación eléctrica estará ubicada al oeste de la nueva plataforma. La Figura 4.1 presenta la ubicación de la infraestructura propuesta. Las coordenadas referenciales de esta infraestructura se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 4.1
Coordenadas referenciales de la infraestructura del Proyecto
Plataforma de Lixiviación 4B

Infraestructura	Coordenadas referenciales (PSAD 56)	
	N	E
Plataforma de lixiviación 4B	8 171 029	226 738
Pozas de procesos	8 172 012	226 554
Depósitos de material excedente	8 171 160	227 700

El PAD 4B será abastecido por el mineral proveniente de los yacimientos Cerro Verde y Cerro Negro. Esta plataforma, que se pretende operar a partir de noviembre del año 2010, dispondrá un total aproximado de 212 millones de toneladas (Mt) de mineral, de los cuales 168,9 Mt corresponden a mineral sulfurado del yacimiento Cerro Verde y 43,1 Mt a mineral oxidado del yacimiento Cerro Negro. Los recursos de ambos yacimientos se procesarán mezclados hasta el año 2017, mientras que a partir del año 2018 se apilará y lixiviará solamente mineral del yacimiento Cerro Verde.

El diseño del PAD 4B contempla el proceso de construcción y operación en dos etapas denominadas Fase 1 y Fase Última. La Fase 1 tendrá una duración estimada de entre 3 y 4 años, tiempo en el cual se realizarán las actividades de preparación del terreno y el procesamiento de reservas equivalentes a 48,2 Mt de mineral chancado y aglomerado. La configuración final del PAD 4B para esta fase se presenta en la Figura 4.2 e involucrará un área aproximada de 115 m². La Fase Última comprenderá la preparación de un área aproximada de 63,6 ha y el procesamiento de reservas equivalentes a 163,8 Mt durante un tiempo de operación aproximado de 14 años. Esta división en etapas fue realizada tomando en consideración el plan de producción de mineral de SMCV y las características topográficas del área.

En el Gráfico 4.1 se muestra el diagrama de flujo de la operación de lixiviación en el PAD 4B.

La inversión estimada alcanza aproximadamente los US\$ 247,1 millones, que serán empleados en la habilitación del terreno, la construcción de la infraestructura y la habilitación y ampliación de accesos. La operación del PAD 4B permitirá continuar con las actividades de lixiviación en Cerro Verde por lo menos hasta el año 2027. En la Tabla 4.1a se presenta el cronograma de actividades de construcción.

Es necesario indicar que el mineral que alimentará al nuevo PAD 4B forma parte del actual plan de minado de SMCV, motivo por el cual las actividades específicas de explotación de los tajos Cerro Verde y Cerro Negro, disposición de material de desmonte de mina y tratamiento previo del mineral (chancado, aglomerado, etc.) no se contemplan en el presente estudio. Las actividades propuestas constituyen la continuación de las actuales actividades de lixiviación por lo que no se necesitan fuentes de recursos hídricos diferentes a las empleadas en la actualidad.

El diseño de la infraestructura del proyecto fue realizado por la empresa consultora Vector Perú (Vector). A continuación se describe las etapas de construcción y operación del proyecto y en el Capítulo 9 se describen las actividades de cierre.

4.1 Descripción de la etapa de construcción

4.1.1 Sistema de manejo de mineral

El sistema de manejo de mineral para el PAD 4B, considera la implementación de un punto de traspaso, denominado Trip Point, entre la faja de transporte (faja overland) existente del PAD 4A y el nuevo PAD 4B. Este punto de traspaso dividirá a la faja en dos partes

(1400-CV-07A antes del punto de traspaso (trip point) y 1400-CV-07B después del punto de traspaso) y permitirá instalar un faja radial (radial conveyor) (1400-RC-002) que deberá ser capaz de alimentar tanto a la nueva faja overland para el PAD 4B (1400-CV-008), como a la existente para el PAD 4A (1400-CV-07B) (Figura 4.3).

La nueva faja de transporte (faja overland) servirá para conducir el mineral hasta un nuevo punto de traspaso ubicado al pie del PAD 4B. A partir de este punto, el mineral será entregado a una nueva faja de descarga (faja tripper) (1400-CV-009), la cual descargará a los grasshoppers. Finalmente, las fajas vibradores (grasshoppers) transportarán el mineral hasta la faja de alimentación horizontal (horizontal feed conveyor) (1400-CV-010) que alimentará el transportador horizontal (1400-CV-11), que lo entregará al apilador radial (1400-CV-12), produciéndose el llenado de los módulos de la nueva plataforma de lixiviación.

4.1.1.1 Faja de transporte 1400-CV-07A (faja overland)

Esta faja se encuentra actualmente en operación, abasteciendo de mineral al PAD 4A. Para fines del proyecto, se realizará una modificación de la faja existente en el punto cuyas coordenadas son 8 170 582,31 N y 225 395,23 E (punto de traspaso). Esta modificación consistirá en la bifurcación de la faja para alimentar a las plataformas de lixiviación 4A y 4B. Las actividades que involucran esta modificación de la faja comprenden la instalación de estructuras metálicas como torre de traspaso, carro tensor y polea tensora. La implementación de esta infraestructura implica el movimiento de aproximadamente 5 870 m³ (en corte) y 3 650 m³ (en relleno) de suelo para la fundación y las actividades mecánicas asociadas. El material excedente será dispuesto en uno de los DME.

4.1.1.2 Faja de transporte 1400-CV-07B (faja overland)

Esta faja formará parte de la modificación de la faja actual y abastecerá de mineral al PAD 4A existente. La implementación de esta infraestructura implica el movimiento de aproximadamente 266,30 m³ (en corte) de suelo para la fundación de la losa de descarga y las actividades mecánicas asociadas. El material excedente será dispuesto en uno de los DME.

4.1.1.3 Faja de transporte 1400-CV-008 (faja overland)

Esta faja abastecerá solamente al PAD 4B y su implementación implica el movimiento de aproximadamente 191 190 m³ (en corte) de suelo para la fundación que soportará las mesas de carga y las actividades mecánicas asociadas. La longitud total de esta faja será 550 m aproximadamente. El material excedente será dispuesto en uno de los DME.

4.1.1.4 Transportador Radial 1400-RC-002

La función del transportador radial será abastecer de mineral, desde la faja 1400-CV-07A, en forma alternada tanto a la faja 1400-CV-07B como a la faja de transporte proyectada 1400-CV-008, la cual alimentará al nuevo PAD 4B. La implementación de esta infraestructura implica el movimiento de aproximadamente 25,50 m³ de suelo para la fundación de la misma y las actividades mecánicas asociadas.

4.1.1.5 Faja de descarga 1400-CV-009 (faja tripper)

Esta faja se ubicará al este del PAD 4B y tendrá un largo aproximado de 450 m. Su finalidad será el transporte de material desde la faja de transporte proyectada (1400-CV-008) hasta la faja de descarga. La implementación de esta infraestructura implica el movimiento de 138,80 m³ de material de corte para la fundación de la misma y las actividades mecánicas asociadas.

4.1.1.6 Infraestructura complementaria

Esta infraestructura está conformada por elementos menores que servirán para la disposición final del mineral en la plataforma de lixiviación. Las actividades relacionadas con la habilitación de esta infraestructura solo involucran el ensamble de componentes metálicos, por lo que no se espera actividades relacionadas con el movimiento de tierras. A continuación se menciona esta infraestructura de disposición de mineral:

- Faja y carro de descarga (faja tripper conveyor y carro tripper)
- Faja portátil de rampa (ramp portable conveyors)
- Faja vibradora (grasshoppers)
- Faja alimentadora horizontal estándar (standard horizontal feed conveyor)
- Transportador horizontal
- Apilador radial

4.1.2 Sistema de lixiviación PAD 4B

4.1.2.1 Plataforma de lixiviación

Las actividades a realizarse durante la etapa de construcción del PAD 4B se describen a continuación.

Movimiento de tierras

El área destinada para la construcción de la Fase 1 abarca un total aproximado de 115 ha. En dicha área se ha previsto la remoción de aproximadamente 1,7 millones de metros cúbicos (Mm³) de materiales inadecuados consistentes en materiales arenosos sueltos que no puedan

ser utilizados para la conformación del relleno para nivelación. Este material será almacenado en 3 depósitos de material excedente (DME) ubicados en áreas adyacentes al PAD 4B. Posteriormente se presentará una descripción con mayor detalle de los DME previstos para el proyecto.

Las actividades relacionadas con el movimiento de tierras implican además la voladura de 510 000 m³ (Fase 1) y 50 000 m³ (Fase Última) de roca, para lo cual se emplearán aproximadamente 420 000 kg de explosivo tipo anfo. Las voladuras serán programadas y controladas, evitando las horas en que la dirección del viento se dirige hacia las comunidades vecinas y en horarios de menor velocidad del viento con el fin de limitar las dispersiones de material particulado.

Sistema de subdrenaje

El diseño de la plataforma de lixiviación contempla la construcción de un sistema de subdrenaje para captar aguas subterráneas proveniente de tormentas locales que puedan discurrir por debajo del PAD 4B. Dicho sistema conducirá en forma independiente los siguientes flujos:

- Sistema de recuperación de agua de tormenta, que pudieran disolver sales de los alrededores de los PADs 3 y 4A, mediante colectores principales, los cuales descargan los flujos directamente a la Poza de Procesos 4B1.
- Flujos de agua subterránea que se originen dentro de los límites de cimentación del PAD 4B, los cuales serán conducidos o derivados por debajo del sistema de revestimiento de geomembrana hacia fuera de los límites de la plataforma y descargados en la poza de monitoreo de subdrenaje.

Asimismo, funcionará como un sistema de detección de fugas en caso de producirse alguna a través del sistema de impermeabilización del PAD 4B.

En cuanto al sistema de recuperación de agua de tormenta de los alrededores del PAD 3 y PAD 4A, será colocado encima de una rasante nivelada, de modo que permita el transporte de esta agua de lluvia. El sistema de recuperación estará constituido por dos colectores principales conformados por dos tuberías CPT no perforadas de HDPE (con copla hermética) de primera clase de 450 mm de diámetro. Cada colector principal se instalará en una zanja de 750 mm de profundidad, con un ancho de 1 000 mm, rellena y confinada con material selecto (los materiales para revestimiento de suelo son apropiados para este relleno) proveniente del PAD 3. En el caso de los flujos de agua subterránea, el sistema de subdrenaje

estará conformado en una red de tuberías CPT perforadas de primera clase de 450 y 300 mm de diámetro. Estas tuberías se colocarán en zanjas de 600 mm de profundidad (mínimo) y ancho variable en función al diámetro de la tubería, que serán rellenas con grava para drenaje. Los colectores principales serán tuberías CPT perforadas de 450 mm de diámetro, y serán instalados en las zonas más bajas dentro de los límites de la plataforma de lixiviación. Adicionalmente, se instalará un sistema de monitoreo ambiental para controlar la calidad de agua procedente del sistema de subdrenaje. Este sistema está conformado por un grupo de tuberías sólidas de HDPE SDR 17 de 50 mm, perforadas y/o ranuradas en los primeros 20 m, y serán dirigidas junto con la tuberías de subdrenaje principales hacia la poza de monitoreo de subdrenaje. El volumen de material a utilizar para la construcción de la zanja del colector principal será de 9 800 m³ (fase 1) y 1 900 m³ (fase última). En la Figura 4.4 se presenta la distribución del sistema de subdrenaje.

Cabe resaltar que en la etapa de diseño no se identificaron ojos de agua en el área del PAD 4B, sin embargo, si durante la construcción de la infraestructura se presentaran afloramientos de agua, será necesaria la instalación de subdrenes secundarios. La ubicación final de los subdrenes será determinada en campo durante la construcción, una vez que se haya definido el nivel adecuado de cimentación y antes de iniciar los trabajos de colocación de relleno estructural para la nivelación de la plataforma. El sistema de subdrenaje para dichos afloramientos descargará los flujos de agua subterránea en un pozo de subdrenaje donde se monitoreará periódicamente la calidad de agua.

Sistema de impermeabilización

Relleno estructural

La nivelación de la plataforma de lixiviación en la Fase 1 consistirá en la conformación de un relleno estructural para lo cual se requiere la remoción de 1,7 Mm³ de materiales inadecuados para los fines de la construcción de la infraestructura. Asimismo, se ha estimado un volumen de aproximadamente 725 000 m³ de relleno masivo controlado y 696 460 m³ de relleno estructural (sin incluir el movimiento de tierras necesario para la conformación del acceso perimetral para esta fase). El material proveniente del corte para la nivelación será seleccionado y utilizado para conformar el relleno. Este material consiste en gravas y limos compactados al 95% densidad relativa del proctor estándar.

Para la Fase Última se requerirá un movimiento de tierras de 311 920 m³ de relleno masivo controlado y 208 080 m³ de relleno estructural.

Suelo de baja permeabilidad

Posterior al relleno estructural, se prevé la colocación de una capa de 300 mm de suelo de baja permeabilidad o soil liner, el cual consistirá en suelos que garanticen una permeabilidad menor a 1×10^{-6} cm/s. Asimismo, en los 100 mm superiores de esta capa no deberán presentarse gravas angulosas de tamaño mayor a 25 mm, que puedan dañar la geomembrana que se colocará sobre esta capa. El suelo de baja permeabilidad deberá acondicionarse a una humedad que variará en un rango de 2% y 4%; y se compactará al 95% de densidad relativa de proctor estándar.

Debido a que no existen fuentes de préstamo de materiales arcillosos en áreas cercanas al asiento minero, el material a utilizarse como suelo de baja permeabilidad consistirá en ripios o mineral lixiviado del PAD 3. Dicho material cumple con los requerimientos técnicos necesarios para ser utilizados como suelo de baja permeabilidad. En el Capítulo 5 se presenta un análisis desde el punto de vista ambiental del empleo este material.

El volumen total de suelo de baja permeabilidad necesario para la Fase 1 y Fase Última será aproximadamente $320\,000\text{ m}^3$ y $210\,000\text{ m}^3$, respectivamente. En el siguiente cuadro se muestra la disposición de ripios para cada fase.

Cuadro 4.2
Volúmenes de ripios a disponer en el PAD 4B
como suelo de baja permeabilidad

Procedencia del material	Volumen Fase 1 (m³)	Volumen Fase Última (m³)	Permeabilidad (cm/s)
PAD 3	320 000	210 000	$2,2 \times 10^{-7}$

Revestimiento de geomembrana

Con el fin de contener las soluciones de lixiviación dentro de la instalación se colocará sobre el suelo de baja permeabilidad un sistema de revestimiento simple con geomembrana de polietileno de baja densidad lineal (LLDPE) texturada por un solo lado (SST) de 2 mm de espesor. La instalación de la geomembrana de LLDPE se efectuará manteniendo la cara texturada en contacto con el suelo de baja permeabilidad, a fin de mejorar la resistencia al corte.

La geomembrana será colocada de tal manera que todas las costuras sean ejecutadas en dirección de la pendiente. En taludes con una inclinación mayor de 10:1 (H:V) los paneles serán colocados en forma perpendicular a las curvas de nivel. Adicionalmente, todas las costuras horizontales deberán estar separadas por un mínimo de un panel sin costura horizontal y no se permitirán costuras horizontales en taludes con una inclinación mayor de 6:1 (H:V).

Asimismo, la soldadura será realizada por personal altamente calificado y contará con la supervisión de un técnico con amplia experiencia. No se iniciará ninguna costura hasta que se haya realizado una soldadura de prueba.

Para proteger a la geomembrana de las cargas impuestas por la pila, se realizará la colocación de un geotextil no tejido de 200 gr/m² en aquellas zonas con alturas mayores a 110 m. Para la Fases 1 y Última se planea instalar 1 060 000 m² y 676 200 m² de geomembrana LLDPE, respectivamente; y 404 000 m² y 8 000 m² de geotextil no tejido, respectivamente.

Durante la etapa de construcción será necesario proporcionar anclajes temporales y permanentes a la geomembrana. El anclaje temporal consistirá en sacos de arena u otro material de lastre a fin de brindar sujeción y arrastre a la geomembrana, evitándose de esta manera, desplazamientos significativos durante las operaciones de despliegue y soldadura propios de las actividades de construcción. Los anclajes permanentes estarán conformados por zanjas en las cuales se colocará los extremos de la capa de geomembrana para fijarse al terreno, empleando rellenos compactados de material procedente del PAD 3.

Asimismo, debido a que los materiales de cobertura no pueden ser colocados en taludes de fuerte pendiente, el revestimiento permanecerá expuesto hasta la colocación del mineral. En estas áreas, el anclaje de la geomembrana consistirá de trincheras de anclaje de 60 cm de profundidad y 50 cm de ancho.

Sobre revestimiento

Para evitar dañar la geomembrana se colocarán los siguientes materiales de sobre revestimiento:

- Capa de sobre revestimiento Tipo 1: Esta capa será de 1 000 mm de espesor y tendrá las funciones de protección del revestimiento de geomembrana y drenaje de la solución del PAD 4B. Esta última función permitirá controlar el nivel freático que se generará en el apilamiento durante el proceso de irrigación. Este material de

protección y drenaje (grava de drenaje) deberá consistir de un material con apropiadas características de permeabilidad que permita una rápida colección de la solución y su conducción al sistema de colección (tuberías perforadas). El material de drenaje provendrá de la cantera de agregados, la que requerirá de procesamiento, ya sea por chancado y/o zarandeo. El volumen a emplear para la Fase 1 será de 87 700 m³.

- Capa de sobre revestimiento Tipo 2: Esta capa será de 600 mm de espesor y tendrá por finalidad únicamente proteger el revestimiento de geomembrana de posibles daños ocasionados por el sistema de transporte y esparcido del mineral en la plataforma de lixiviación. Este tipo de sobre revestimiento no será parte del sistema de colección de solución. Esta capa estará conformada por el mineral lixiviado del PAD 3 debido a que posee características granulométricas apropiadas. El volumen a disponer en las distintas fases de construcción será el siguiente.

Cuadro 4.3
Volúmenes estimados de rípios a disponer en el PAD 4B
como sobre revestimiento

Procedencia del material	Volumen Fase 1 (m³)	Volumen Fase Última (m³)	Permeabilidad (cm/s)
PAD 3	105 900	No se empleará	1,0

En la Figura 4.5 se muestra un corte esquemático del sistema de impermeabilización del PAD 4B.

Colección de la solución

La solución lixiviada será colectada por el sistema de colección de solución consistente en tuberías perforadas de HDPE de pared doble.

Las tuberías principales tendrán diámetros entre 300 y 450 mm de diámetro, habiendo sido diseñadas para recibir el flujo de solución colectado por las tuberías colectoras laterales. Las tuberías principales serán de tipo CPT de polietileno de alta densidad (HDPE), exterior corrugado y pared interior lisa.

Las tuberías de colección laterales serán perforadas, de polietileno HDPE de pared doble, exterior corrugado, pared interior lisa de 100 mm de diámetro y serán colocados a intervalos de 12 m a fin de reducir la carga en el sistema de revestimiento.

Las tuberías principales estarán ubicadas en trincheras rellenas con grava de drenaje, de tal manera de proporcionarles confinamiento y reducir su deflexión ante las elevadas cargas de la pila, reduciendo con ello el riesgo de colapso de las tuberías. Asimismo, se utilizarán acoples partidos de doble ancho que eviten la separación de las tuberías.

Por lo tanto, es de esperar que los asentamientos que se producirán en el relleno por debajo de las tuberías sean mínimos, reduciendo con ello el riesgo de deflexión y falla de estas tuberías. Parte de la colección de la solución de la fase posterior a la Fase 1 será realizada a través del acceso perimetral de esta fase, con la finalidad de no sobrecargar el sistema de colección de la base de la plataforma de lixiviación, para lo cual se aprovechará los tramos de pendiente positiva del acceso perimetral. La solución colectada será transportada y almacenada en las pozas de procesos, las cuales se ubicarán inmediatamente aguas abajo del pie de la plataforma.

Las tuberías laterales que serán colocadas debajo de la capa de sobre revestimiento tipo 2, requerirán la colocación de grava para drenaje alrededor de las mismas.

Debido a las condiciones topográficas, la nivelación ha sido configurada de tal forma que el sistema de colección de solución de la Fase Última, consistente también de tuberías principales y secundarias, sea conectado al sistema de colección de la Fase 1.

Drenes Interiores

Debido a la baja permeabilidad del mineral que será apilado en el PAD 4B, el diseño contempla la construcción de 3 drenes interiores tipo drenes de chimenea, con la finalidad de evitar la generación de altos niveles freáticos en la zona que controla la estabilidad de la plataforma de lixiviación. El primer dren será colocado a 90 m del pie de la plataforma y será colocado hasta la segunda capa, el segundo dren estará a 180 m del pie de la plataforma hasta la cuarta capa, finalmente el tercer dren será colocado a 270 m del pie de la plataforma y alcanzará la octava capa. En la Figura 4.6 se muestra la construcción de los drenes interiores en todas la etapas del proyecto.

Estos drenes deberán estar conformados por material de drenaje, grava arenosa limpia de aproximadamente 2 pulgadas de tamaño máximo y que a su vez cumplan con los criterios de filtro para que no sean obstruidos por los materiales finos del mineral. Por lo tanto, se emplearán aproximadamente 216 000 m³ de materiales granulares de canteras de material de préstamo.

4.1.2.2 Pozas de proceso

Las pozas de proceso han sido diseñadas para almacenar los flujos provenientes del PAD 4B que consideran los volúmenes operativos, de fluctuaciones y los flujos de eventos de tormentas. El criterio de diseño de las pozas considera un periodo de retorno de 100 años. Las pozas de procesos estarán ubicadas al norte de la plataforma de lixiviación. Estas pozas tendrán una capacidad de 100 000 m³ cada una y almacenarán los flujos provenientes de la plataforma de lixiviación. El arreglo general de estas pozas se muestra en la Figura 4.7. El nivel máximo de operaciones será de 2 547,30 y 2 546,30 m de altitud para la poza 4B1 y 4B2 respectivamente con un borde libre total de 1 m y una berma de seguridad de 1 m a lo largo del perímetro de las pozas.

Movimiento de tierras

Los trabajos de movimiento de tierras para las pozas de procesos consistirán en la excavación de aproximadamente 125 000 m³ de suelos de cobertura natural. Posteriormente se ejecutará la nivelación general mediante el corte y colocación de relleno estructural. Para lograr alcanzar los niveles finales de las pozas se moverán cerca de 580 900 m³ de corte y 130 000 m³ de relleno. Las pozas de proceso tendrán taludes internos de 2,5H:1V. El fondo de las pozas tendrá 1% de pendiente dirigida a los pozos de detección de fugas.

Sistema de subdrenaje

El sistema de subdrenaje de las pozas de procesos consistirá en un arreglo de tuberías CPT perforadas de HDPE de 100 y 300 mm de diámetro. Este sistema de subdrenaje tendrá la finalidad de captar los flujos de agua subterránea que se originen dentro de los límites de la cimentación de la zona de las pozas, para derivarlos por debajo del sistema de revestimiento hacia la poza de monitoreo de subdrenaje. Las tuberías se colocarán dentro de una trinchera, la cual será rellena con grava para drenaje. El volumen requerido de grava es de 645 m³ y provendrá de canteras de agregados.

En el caso de encontrarse afloramientos de agua durante la construcción, será necesaria la instalación de subdrenes secundarios adicionales a los considerados en el diseño.

Sistema de revestimiento

El sistema de revestimiento consistirá en la habilitación de una capa de suelo de baja permeabilidad de 300 mm de espesor. Ese material consistirá en ripios o material lixiviado con una permeabilidad menor a 5×10^{-6} cm/s, la cual será compactada al 95% de densidad relativa de Proctor Estándar. El volumen de ripios a disponer se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 4.4
Volúmenes de rípios a disponer en la poza de procesos
como revestimiento

Procedencia del material	Volumen (m³)	Permeabilidad (cm/s)
PAD 3	188 890	2,2 x 10 ⁻⁷

Este sistema de revestimiento actuará como una base para el sistema de doble revestimiento consistente de un revestimiento secundario de geomembrana HDPE lisa de 1,5 mm, un sistema de colección y recuperación de fugas (geonet) y un revestimiento primario de geomembrana de HDPE lisa de 1,5 mm. El geonet será instalado entre las dos geomembranas y será conectado al pozo de detección de fugas.

Sistema de detección de fugas

El sistema de detección de fugas consistirá de un geonet ubicado entre los dos revestimientos de geomembrana, que evacuará las fugas de solución en la geomembrana primaria a un pozo ubicado aguas abajo de las pozas. Las eventuales fugas de solución serán recuperadas por bombeo a través de una tubería elevadora de HDPE de pared doble no perforada de 300 mm de diámetro por poza.

Las tuberías se colocarán dentro de una trinchera, la cual será rellena con grava para drenaje. El volumen requerido de grava es de 5 m³ y provendrá de canteras de material de préstamo.

4.1.2.3 Sistema de impulsión

Infraestructura de impulsión de refino

El producto refino será impulsado desde la estación de bombeo existente denominada Booster 1 hasta el sector de riego ubicado al pie del PAD 4B (Figura 4.8). Este flujo será controlado a través de una estación de control (8 170 648 N y 225 125 E) compuesta por un flujómetro, una válvula de control, válvulas de corte y de venteo.

La tubería será de HDPE PE 3 408, con una longitud de 8 450 m y tendrá un diámetro de 24 pulgadas. Dicha tubería será dispuesta sobre una zanja cubierta con una lámina de HDPE de 1,5mm para que actúe como segundo contenedor en caso de derrames. Para instalar la tubería se requerirá el movimiento aproximado de 2 070 m³ de material, el cual será dispuesto en los DME.

Infraestructura de impulsión de ILS (solución lixivante intermedia)

El producto ILS, entre los años 2010 y 2012 será impulsado desde la estación de bombeo existente Booster 2 hasta el sector de riego ubicado al pie del PAD 4B. Este flujo será controlado a través de una estación de control (8 170 388 N y 225 632 E) compuesta por flujómetros, válvulas de control, válvulas de corte y de venteo.

Después del año 2012, la estación Booster 2 no será capaz de impulsar el flujo hacia el sector de riego, por lo tanto, desde el año 2013 hasta el año 2020, el ILS será impulsado desde las pozas existentes 4A1 y 4A2 hasta el sistema de riego del PAD 4B (Figura 4.8).

Desde el año 2020 hasta el final de la operación del PAD 4B se ha proyectado implementar una nueva estación de bombeo, denominada Booster 4 (8 170 679 N y 226 077 E), la cual estará constituida por 4 bombas horizontales en arreglo en paralelo (3 en operación y 1 en stand by). Este flujo será controlado a través de una estación de control compuesta por flujómetros, válvula de control, válvulas de corte y de venteo. Las tuberías y accesorios de esta estación serán de acero inoxidable.

La tubería de impulsión de ILS será de HDPE PE 3 408, con una longitud de 5 850 m y tendrá un diámetro de 24 pulgadas. La tubería será dispuesta sobre una zanja cubierta con una lámina de HDPE de 1,5 mm con el objetivo de proteger la superficie del suelo de posibles derrames. Para instalar la tubería se requerirá el movimiento de aproximadamente 2 070 m³ de material, el cual será dispuesto en los DME.

Infraestructura de malla de irrigación

Para la distribución de la solución de riego, el PAD 4B se ha dividido en 16 celdas de 90 m de ancho en las cuales se ha proyectado la colocación de tuberías de HDPE PE 4 710 de diámetro 12 pulgadas, SDR 11, para cada tubería de 24 pulgadas.

Infraestructura de impulsión de PLS

El producto PLS será almacenado en las pozas proyectadas 4B1 y 4B2 y desde allí será impulsado hasta la estación de bombeo ubicada al norte del PAD 4B, a través de una tubería de HDPR de 32 pulgadas en cada una de las pozas, la que descarga en un manifold de succión de acero inoxidable de 32 pulgada, al que conectan 5 bombas verticales arregladas en paralelo (4 en operación y una stand by). Estas bombas descargan a un manifold de impulsión, el cual distribuye el flujo en dos tuberías de acero inoxidable de diámetro de 28 pulgada. Luego este fluido será controlado por una estación de control compuesta por flujómetros, válvulas de control, válvulas de corte y de alivio. Todas las tuberías de la estación de control estarán proyectadas en acero inoxidable.

Después de la estación de bombeo antes descrita, el flujo es conducido por el pie del PAD 4B hasta la planta SX a través de dos tuberías de HDPE PE 3 408 de 30 pulgadas de diámetro. La tubería será dispuesta sobre una zanja cubierta con una lámina de HDPE de 1,5 mm para que actúe como segundo contenedor en caso de derrames. Para instalar la tubería se requerirá el movimiento de aproximadamente 2 070 m³ de material, el cual será dispuesto en los DME.

4.1.2.4 Sistema de aireación

Para el correcto proceso de bio lixiviación del PAD 4B, se requiere la inyección de aire a la plataforma, por lo que es necesaria la instalación de ventiladores centrífugos en el costado este del PAD 4B. La conducción de aire se realizará mediante mangas flexibles que subirán por el talud de la plataforma y distribuirán el aire por medio de submatrices, según las necesidades del proceso. Se contempla la instalación de 16 unidades de impulsión emplazadas en 4 estaciones con 4 ventiladores por estación. En cada estación de impulsión se realizará la ejecución de fundaciones para cada ventilador y piso falso para labores de operación y mantenimiento. Los ventiladores serán fijados a las fundaciones mediante pernos de anclaje.

4.1.3 Sistema eléctrico y de control

De acuerdo con los requerimientos de potencia del proyecto, se ha definido la necesidad de la ampliación de la Subestación Principal 138/10kV, para lo cual se requiere la habilitación de un Transformador de Poder 138/10 kV, 15/20 MVA, punto desde donde se alimentará un switchgear de 10 kV. El switchgear proyectado alimentará una línea de distribución 10 kV y un banco de condensadores necesario para el mejoramiento del factor de potencia (Figura 4.9).

Sistema de distribución 10 kV

La alimentación del sistema eléctrico del PAD 4B será mediante una línea trifásica de distribución de 10 kV, la cual alimentará a dos subestaciones 10/4,16 kV ubicadas en las cercanías del PAD 4B. También se contempla alimentar dos subestaciones de 10/4,16 kV, mediante la conexión a dos líneas de distribución existentes en 10 kV. Adicionalmente se construirán dos subestaciones de 10/4,16 kV que serán alimentadas por dos líneas de distribución existentes de 10 kV.

Los puntos de conexión para las líneas conectadas serán:

- La línea de alimentación correspondiente a la subestación de traspaso y overland se conectará a la línea eléctrica existente 1A – 5.

- La línea de alimentación correspondiente a la subestación ILS se conectará a la línea eléctrica existente 1A – 4.
- La línea de alimentación correspondiente a la subestación de distribución de material y la subestación de impulsión PLS se conectará a la ampliación de la subestación principal 138/10kV.

Sistema de distribución 4,16 kV

De acuerdo con los requerimientos de alimentación del proyecto, se instalarán 4 subestaciones 10/4,16 kV ubicadas en las cercanías del PAD 4B. Las subestaciones serán:

Subestación de Traspaso y Overland, la cual contará con una subestación unitaria 10/4,16 kV, 3 MVA y una sala eléctrica con un switchgear 4,16 kV, dos variadores de frecuencia de 4,16 kV, un sistema de corriente continua y el equipamiento necesario para servicios auxiliares de baja tensión.

Subestación de ILS, la cual contará con una subestación unitaria 10/4,16 kV, 5 MVA y una sala eléctrica con un switchgear 4,16 kV, un variador de frecuencia 4,16 kV sólo para la partida de 3 bombas (1 en stand by), un sistema de corriente continua y el equipamiento necesario para servicios auxiliares de baja tensión.

Subestación de Distribución de Material, la cual contará con una subestación unitaria 10/4,16 kV, 7,5 MVA y un switchgear 4,16 kV.

Subestación de Impulsión PLS, la cual contará con una subestación unitaria 10/4,16 kV, 10 MVA y una sala eléctrica con un switchgear 4,16 kV, un variador de frecuencia de 4,16 kV sólo para la partida de 4 bombas (1 en stand by), un sistema de corriente continua y el equipamiento necesario para servicios auxiliares de baja tensión.

Sistema de distribución de baja tensión

De acuerdo a los requerimientos de alimentación de las estaciones de ventilación y estaciones de control, se proyecta cuatro (4) subestaciones 10/0,48 kV ubicadas en terreno, en las cercanías a las áreas de proceso, cada subestación considera un equipo reconectador 10 kV, un Transformador 10/0,48 kVA, 350 KVA, y las instalaciones necesarias para la distribución de energía en baja tensión.

Sistema de control

Se proyecta utilizar instrumentación de tipo tradicional, es decir, con transmisores mediante lazo de corriente (4-20 mA). En condiciones en las cuales se requiere sólo una medición puntual, o detección de un estado, se utilizará interruptores con salida de contacto seco.

La instrumentación de terreno cubrirá las siguientes áreas:

- Faja transportadora (faja overland), faja transportadora existente (tramo 07A) y apilador radial. Considera el uso de interruptores de nivel en chutes de traspaso e instrumentación de protección de fajas como: pull cords, interruptores de desalineamiento, detectores de velocidad cero, detector de corte de faja, entre otros.
- Sector de conexión (tie-in) en línea de refinó. Considera el uso de un transmisor de flujo de tipo magnético, válvula de control modulante para regulación de flujo y válvulas de control de tipo on-off.
- Sector de conexión (tie-in) en línea de ILS. Considera sólo el uso de válvulas de control de tipo on-off.
- Bombas de elevación de potencia (Booster) para ILS (a partir del año 2020). Considera el uso de transmisores de presión, transmisores de flujo de tipo magnético, válvulas de control modulante para regulación de flujo y válvulas de control de tipo on-off.
- Faja de descarga (faja tripper), carro de descarga (tripper car), faja vibradora (grasshoppers), alimentador horizontal, faja horizontal, apilador (stacker). Considera el uso de interruptores de nivel en chutes de traspaso e instrumentación de protección de fajas como: pull cords, interruptores de desalineamiento, detectores de velocidad cero, detector de corte de faja, entre otros.
- Bombas de elevación de potencia (Booster) para PLS. Considera el uso de transmisores de presión; transmisores de flujo de tipo magnético, válvulas de control modulante para regulación de flujo, válvulas de control de tipo on-off, transmisores de nivel de tipo ultrasónico e interruptores de nivel con flotador.
- Ventiladores de Aireación del PAD 4B. Considera instrumentación necesaria para la medición de flujo y presión.
- Estaciones de control de riego y sistema de riego. Considera el uso de transmisores de presión; transmisores de flujo de tipo magnético; y válvulas reguladoras de presión.
- Instrumentación de análisis metalúrgico. Considera medición de tipo analítica (pH, conductividad, temperatura), para ello se utilizarán piezómetros de cuerda vibrante y otros instrumentos para detección de filtraciones en el PAD 4B.

4.1.4 Estructuras de derivación de aguas

El sistema de derivación de aguas contempla la construcción de canales de coronación sobre la margen derecha de la quebrada Huayrondo con la finalidad de evacuar la escorrentía superficial y disminuir el área tributaria y los correspondientes flujos hacia los canales del acceso perimetral. En la Figura 4.10 se muestra la distribución de los canales de derivación.

Los canales de coronación han sido proyectados para las condiciones de cierre acorde a los criterios expuestos por el Ministerio de Energía y Minas considerando un período de retorno de 500 años.

El diseño contempla canales de sección trapezoidal cuyas dimensiones se encuentran en el orden de 0,8 y 1,4 m de profundidad, con taludes laterales de 1H:1V y pendientes longitudinales entre 0,5% y 1,0%, para lo cual será necesario un movimiento de tierras de aproximadamente 463 450 m³ de corte y 74 870 m³ de relleno. La construcción de los canales de derivación está asociada con un acceso vehicular orientado a la realización de labores de inspección y mantenimiento cuyo ancho libre ha sido definido en 4,0 m. En los tramos donde las características del terreno no sean las favorables, la sección del canal será revestida con mampostería de piedra, para lo cual se requerirá un volumen aproximado de 22 250 m³ de piedra proveniente de canteras de material de préstamo.

Las descargas de los canales de derivación estarán ubicadas aguas abajo de la actual ubicación de la Presa Huayrondo, según se muestra en la Figura 4.10.

Las actividades de mantenimiento consistirán en la limpieza y reparación de los canales y estructuras conexas donde se evidencien problemas de erosión a fin de restituirlos conforme a las condiciones de diseño.

4.1.5 Caminos de acceso

Como parte del diseño del PAD 4B se ha previsto la construcción de un camino de acceso en todo el perímetro de la plataforma en la Fase 1, con la finalidad de proporcionar condiciones adecuadas de tránsito durante la construcción y operación. Posteriormente, parte de dicho acceso será empalmado con la Fase Última. Asimismo, adyacente a este camino se ha diseñado un canal de derivación, el cual tendrá por finalidad de captar y derivar el agua de escorrentía superficial de los taludes de corte y/o relleno del acceso perimetral fuera del PAD 4B o hacia pozas de colección de solución, las cuales están diseñadas para la colección de aguas de lluvia, en caso sea necesario.

El ancho del acceso perimetral en la zona del PAD 4B durante la Fase 1 varía de 6,0 m para el tránsito de equipos menores a 21,0 m para el tránsito, operación y mantenimiento de equipos mayores en la zona de la faja tripper. Asimismo, el acceso perimetral y los canales de derivación y de operación para procesos deberán contar con un plan de mantenimiento periódico que asegure su buen funcionamiento durante la operación. La capa de rodadura de 200 mm de espesor del acceso perimetral tendrá una ligera inclinación (aproximadamente 2%) con dirección al canal de derivación adyacente. Por razones de seguridad, se ha considerado la colocación de una berma de 500 mm de altura en aquellos tramos en los cuales el canal de derivación adyacente al acceso perimetral, tenga una profundidad igual o mayor a 1,0 m.

Los taludes de corte de los canales tendrán inclinaciones variables de acuerdo con las condiciones del terreno encontradas durante la construcción. El alineamiento y perfil longitudinal del acceso perimetral del PAD 4B y canales de derivación se muestran en la Figura 4.11, mientras que las secciones y detalles típicos se presentan en la Figura 4.12.

El acceso perimetral empieza en el sector norte de la Fase 1 y tiene una longitud horizontal aproximada de 6 187 m. El acceso ha sido diseñado con un radio mínimo de curvatura de 25 m y una pendiente máxima de 18%.

El acceso perimetral será construido a partir de la nivelación del terreno natural existente, con la remoción de aproximadamente 1 700 000m³ de corte y 650 000m³ de relleno para la conformación de la banqueta del acceso. En el diseño del acceso perimetral se ha considerado la construcción de la berma perimetral del PAD 4B y la berma de seguridad del canal adyacente. El ancho de rodadura para la circulación de equipos menores (sin considerar las áreas para las bermas antes mencionadas) es de 6,0 a 8,0 m y proporciona un espacio adecuado para el tránsito vehicular tanto para la etapa de construcción como para la operación del proyecto.

4.1.6 Depósitos de material excedente (DME)

La implementación de las instalaciones del PAD 4B contempla la disposición del material excedente de construcción en 3 depósitos ubicados en áreas adyacentes a la plataforma de lixiviación. En la Figura 4.13 se muestra la ubicación de los depósitos de material excedente (DME).

Los depósitos estarán compuestos por aproximadamente 3 410 000 m³ de bolonería y materiales arenosos sueltos y ocuparán un área aproximada de 218 820 m². En el siguiente cuadro se muestra la capacidad estimada de almacenamiento de materiales inadecuados de los DME.

Cuadro 4.5
Capacidad estimada de los DME

Depósito de material excedente	Coordenadas		Volumen de almacenamiento Fase 1 (m ³)	Volumen de almacenamiento Fase Última (m ³)	Área ocupada (m ²)	Altura (m)
	N	E				
DME 1	8 171 180	227 620	1 200 000	1 000 000	127 080	50
DME 2	8 171 160	227 700	990 000	-	67 470	40
DME 3	8 171 665	227 260	220 000	-	24 270	26

Los DME han sido diseñados con un talud lateral de 2,5H:1V aproximadamente, y para el caso de los DME 2 y 3, por razones de estabilidad, se ha dispuesto la construcción de banquetas de 30 m de ancho, con una pendiente longitudinal de 1% que dirigirán los flujos de agua de escorrentía a los canales de derivación proyectados. En la Figura 4.14 se presentan las secciones de los DME del PAD 4B.

Asimismo, se han considerado como obras complementarias, la construcción de diques de retención de sedimentos sobre cada uno de los depósitos de material excedente ubicados en las principales quebradas, disminuyendo así el aporte de sedimentos en los puntos de descarga de los canales.

4.1.7 Suministros

Durante la etapa de construcción, los principales suministros requeridos por las actividades de construcción, son los siguientes:

- Agua
- Energía eléctrica
- Combustibles y lubricantes
- Explosivos
- Otros insumos

Agua

La fuente de agua industrial para las actividades de construcción y riego de caminos de acceso será de la garza ubicada a 700 m del proyecto, siendo ésta la misma que se viene utilizando para las operaciones actuales de SMCV. El volumen requerido aproximado es de 2 715 m³/h para la construcción propiamente dicha y 1 188 m³/h para el riego de los accesos del PAD 4B. En la Tabla 4.2 se presenta los requerimientos de agua para esta etapa del proyecto.

Energía eléctrica

Durante la construcción de la Fase 1, el suministro de energía eléctrica será por medio de 2 generadores portátiles que serán ubicados en distintos sectores dependiendo de las necesidades o programación de los trabajos, hasta que esté habilitado el sistema definitivo de línea de transmisión y la subestación del proyecto.

Asimismo, el abastecimiento de energía eléctrica para la Fase Última se realizará desde el sistema de distribución de baja tensión del PAD 4B.

Combustibles y lubricantes

Durante la etapa de construcción, se habilitarán instalaciones para el almacenamiento temporal de combustibles y lubricantes en áreas cercanas al PAD 4B (dentro o cerca a los talleres del campamento). En la Figura 4.15 se presenta la distribución del almacén temporal. El consumo de combustible (petróleo) durante esta etapa será principalmente por el uso de maquinaria pesada para las labores de movimiento de tierra. Actualmente SMCV cuenta con un permiso de almacenamiento de combustibles que cubre con las necesidades de las operaciones actuales y de las actividades de construcción del PAD 4B, por lo que no se requerirá tramitar una nueva autorización.

Para cubrir las demandas del proyecto, el suministro de combustibles se realizará mediante camiones cisterna a cargo de contratistas (proveedores) autorizados. Los combustibles serán descargados a tanques de almacenamiento, los cuales contarán con una base impermeable y bermas de contención. El manejo de combustibles se realizará con las medidas de seguridad apropiadas para prevenir accidentes y reducir la probabilidad de eventuales derrames.

Los trabajos de mantenimiento de maquinarias pesadas que se ejecuten durante la etapa de construcción del proyecto, serán realizados en talleres provisorios. Los lubricantes serán abastecidos por proveedores de cada una de las empresas que laboren y se almacenarán en sectores debidamente acondicionados con el objeto de prevenir accidentes y reducir la

probabilidad de eventuales derrames, asimismo, a los contratistas se les solicitará su plan de manejo ambiental para cada obra que realicen.

El consumo de lubricantes se estima en 22 galones por día durante la Fase 1 y 8 galones por día para la Fase Última.

Explosivos

Durante la etapa de construcción del PAD 4B, se utilizarán explosivos (anfo) en las voladuras requeridas para la remoción del material superficial de suelo y para la construcción de los caminos. El almacenamiento, transporte y manejo de explosivos estará a cargo de una empresa contratista especializada en voladura, quien a su vez será el proveedor de explosivos y garantizará el adecuado almacenamiento y manejo de los mismos conforme a la normativa legal vigente. Los explosivos a utilizarse para la etapa de construcción se almacenarán en el polvorín dentro de la mina.

El uso de explosivos será implementado donde no sea posible la aplicación de otros métodos. Previo a determinar dicho uso, se estudiarán alternativas de trazado que reduzcan al mínimo los explosivos a utilizar. En todos los casos, no se considera la realización de más de una voladura al día.

Otros insumos

Otros insumos utilizados durante la construcción corresponden a cemento para losas (977 t estimadas), fierros de construcción (229 t estimadas), aditivos para el concreto (11,5 t estimadas), maderas, geomembranas y tuberías, entre otros. Los insumos serán adquiridos en su mayoría a proveedores locales.

4.1.8 Mano de obra

La etapa de construcción de la contará con mano de obra del personal contratista y personal de SMCV durante los 365 días del año esperándose contratar 550 personas para la Fase 1 y 15 personas para la Fase Última del Proyecto PAD 4B, durante el pico de actividades.

La construcción de la plataforma de lixiviación requerirá mano de obra calificada y no calificada, esperándose que el mayor porcentaje de personal sea local, si bien ello puede estar determinado por la disponibilidad y habilidades de los postulantes.

La mano de obra calificada será requerida para las siguientes actividades:

- Operación de equipos de construcción.
- Movimiento de Tierras.
- Instalación de geosintéticos
- Instalación de tuberías de impulsión.
- Instalación de bombas y equipos mecánicos.
- Instalaciones eléctricas.

Mientras que la mano de obra no calificada será requerida para las siguientes actividades:

- Cuadradores y vigías.
- Actividades manuales de movimiento de tierras e instalación de geosintéticos.

Los requerimientos de mano de obra no calificada durante la operación serán cubiertos mayoritariamente por el mercado del lugar de acuerdo con las políticas de relaciones comunitarias de la compañía.

No se ha previsto el desarrollo de un campamento en el área de la mina. Todos los trabajadores se alojarán en Arequipa y serán transportados a la mina en buses de acuerdo con los requerimientos de personal.

4.1.9 Transporte

Durante la etapa de construcción se requerirá el transporte de personal de contratistas, materiales de construcción, estructuras y equipos, combustibles y alimentos. El transporte se realizará mediante camiones convencionales, mientras que el transporte de mano de obra hasta las instalaciones del campamento se realizará por medio de buses.

Para el caso de transporte de suministros e insumos, éstos provendrán de la ciudad de Arequipa. A continuación se presenta la ruta utilizada durante el periodo de construcción y la frecuencia vehicular promedio:

- Ruta Arequipa – Asiento Minero – área de construcción del PAD 4B. Se estima una frecuencia de 8 vehículos/día durante el horario diurno/nocturno.

4.1.10 Emisiones de la etapa de construcción

Emisiones de material particulado y gases

En la etapa de construcción se generarán emisiones de material particulado debido al tránsito de vehículos, movimientos de tierra, voladuras, actividades de carga y descarga de camiones y labores de construcción en general.

En los caminos de acceso de tierra, las emisiones de material particulado se controlarán mediante el riego de agua con camión cisterna. Además, las rutas definitivas al interior del área del proyecto serán estabilizadas mediante el uso de aditivos.

Además de las emisiones de material particulado, se generarán emisiones de gases de combustión por motores diesel, principalmente monóxido de carbono (CO) y óxidos de nitrógeno (NO_x), producto de la operación de camiones y maquinaria pesada. Estas emisiones se reducirán a través de un programa de mantenimiento preventivo regular de los equipos.

Otra fuente de generación de gases, similares a los producidos por los motores de los vehículos y maquinaria pesada, corresponde a los equipos generadores de energía. Estos también contarán con un mantenimiento preventivo regular.

Se anticipa también que durante la remoción y movimiento de tierras, debido a los posibles eventos de voladura, se producirán emisiones de gases y material particulado.

Todas las emisiones generadas en la etapa de construcción y operación del PAD 4B serán controladas en concordancia con los programas actualmente implementados en SMCV

En el Capítulo 5 se presenta un inventario de las emisiones de material particulado a ser generadas en las distintas áreas del proyecto, como parte de la etapa de construcción.

Ruido y vibraciones

En la etapa de construcción del proyecto se generarán emisiones de ruido y vibraciones debido al funcionamiento de maquinaria pesada, actividades de construcción, instalación de estructuras en general y al flujo vehicular.

Las posibles voladuras que se realicen en esta etapa son un caso particular, ya que constituyen una fuente puntual de ruido y vibración de corto tiempo de duración (escasos segundos) y de gran intensidad (para el caso de ruido), que variará dependiendo de la cantidad de explosivo que se emplee y la secuencia de detonación utilizada.

Para el control de las emisiones de ruido se implementará un régimen de mantenimiento de maquinaria y vehículos, para asegurar que los motores estén funcionando en su estado óptimo. Los caminos internos y de acceso serán construidos para soportar el peso necesario del equipo minero y con bajas pendientes para reducir el esfuerzo de los motores, y por ende, la emisión de ruido, lo que se complementará con el mantenimiento preventivo regular de los equipos.

4.1.11 Cronograma de construcción

Las actividades de construcción del PAD 4B para la Fase 1 tendrán una duración aproximada de 18 meses. Asimismo, la Fase Última se desarrollará progresivamente con el plan de producción de mineral. En la Tabla 4.1a se presenta el cronograma del proyecto donde se incluye la etapa de construcción del mismo.

4.2 Descripción de la etapa de operación

4.2.1 Sistema de manejo de mineral

El plan de alimentación de mineral de alta ley proveniente de los tajos Cerro Verde y Cerro Negro, destinado a lixiviación en el PAD 4B se presenta en la Tabla 4.3. En el período comprendido entre los años 2010 y 2022, el mineral será procesado a un ritmo de tratamiento constante, con un valor nominal de 39 000 t/d, mientras que el ritmo de operación bajará a 21 184 t/d entre el 2023 y el 2027, aproximadamente. Los recursos de ambos yacimientos se procesarán mezclados hasta el 2017, mientras que a partir del 2018 se apilará y lixiviará solamente mineral del tajo Cerro Verde.

El plan minero incluye valores de recuperación de cobre variable entre 77,6 - 80,5%, dependiendo de las características de leyes y mineralogía correspondientes a cada período.

Previo al apilamiento, el mineral será chancado y aglomerado en las instalaciones existentes, que actualmente procesan el mineral destinado al PAD 4A. El sistema de transporte del mineral aglomerado fue modificado dado el cambio en el destino. El mineral chancado será transportado a través de una faja de transporte (faja overland) y una faja de descarga (faja tripper) las cuales serán derivadas de la faja transportadora existente. El carguío de mineral en la pila será realizado mediante el manejo de materiales con equipos portables (grasshoppers) los cuales llevarán el mineral hasta el apilador radial, el cual descargará el mineral en la pila. El mineral será irrigado en la medida que se completen los módulos de las celdas.

Los taludes de apilamiento de diseño emplean bancos de mineral de 8 y 6,7 m de altura asentada, taludes intermedios de 37° (1,33H:1V) y anchos de berma de 11,8 m, que definen un talud global de 2,5H:1V para el mineral a depositar. La Fase 1 consistirá en el apilamiento de 7 capas de mineral (48,2 Mt de mineral), mientras que la etapa final del PAD 4B tendrá 18 capas de mineral en total (212,2 Mt). La descarga de las capas superiores será realizada dejando una distancia de separación con relación a la capa anterior, con la finalidad de conseguir el talud global de la plataforma de lixiviación considerado en el diseño.

4.2.2 Sistema de lixiviación PAD 4B

El proceso fue diseñado como una operación de lixiviación en una única plataforma de apilamiento en multipisos, cuya operación reemplazará la lixiviación del PAD 4A actual.

Con la finalidad de disponer las reservas de mineral sulfurado y oxidado proveniente de los yacimientos, se diseñó una plataforma de lixiviación de 20 capas, cada uno de 8 m de altura en promedio, alcanzando una altura total del orden de 160 m, en promedio. En la práctica el PAD 4B se completa con las reservas actuales al alcanzar la capa N° 18, llegando a una altura promedio de 144 m.

Debido a que el PAD 4B se encontrará emplazado sobre una quebrada, las áreas de corona de cada capa irán en incremento en los primeros niveles, desde 343 646 m² para la capa 1, hasta alcanzar el área máxima de corona de 1 231 804 m² en la capa 9 y luego en descenso hasta llegar a 666 213 m² en el capa 18. Cada capa estará constituido por celdas cuyo ancho aproximado es de 96 m y su largo depende de la topografía del terreno. El número de celdas varía en número dependiendo del área de la capa. En la Figura 4.16 se muestra la disposición del PAD 4B al final de la Fase 1 (capa 1 a la 7) y en la Figura 4.17 la disposición del PAD 4B al final de la Fase Última (capa 8 a la 18).

4.2.2.1 Integración del PAD 4B al circuito existente

La operación del PAD 4B se encontrará integrada al circuito existente de operaciones de lixiviación de SMCV. La integración de la nueva plataforma de lixiviación al circuito global se realizará paulatinamente, pudiéndose diferenciar dos etapas que se suceden en el tiempo: etapa de transición y etapa de largo plazo.

Etapas de transición

En una primera etapa, comprendida aproximadamente entre noviembre de 2010 y diciembre de 2012, el PAD 4B iniciaría su operación cuando SMCV esté procesando el mineral ROM de Cerro Negro en el PAD 4A, el mineral ROM de Cerro Verde (sulfuros) en el PAD 1 y el riego

de áreas antiguas como parte de la continuación del desarrollo del PAD 1. El Gráfico 4.2 muestra un diagrama esquemático del manejo de soluciones considerado en el período de transición.

Durante este período, la solución ILS de riego a los PAD 4A y 4B provendrá de la mezcla de una fracción de solución refino con los efluentes del procesamiento del mineral ROM de Cerro Verde en el PAD 1 y del riego de mineral ROM antiguo como parte de la continuación del desarrollo del PAD 1, recogidos en las pozas de procesos de los PADs 1 y 2, respectivamente.

Desde estas pozas, la solución será enviada a la estación de elevación de potencia 2 (Booster 2), donde se repartirá entre los PADs 4A y 4B según los requerimientos de riego de cada uno. La solución refino proveniente de la estación de elevación de potencia 1 (Booster 1) será repartida bajo el mismo criterio. Es necesario destacar que en la estación de elevación de potencia 2 ingresará agua fresca de reposición y se realizará la adición de ácido, de modo que se ajuste la concentración de éste en la solución ILS.

La carga de mineral aglomerado al PAD 4A finalizará en noviembre del año 2010, por lo cual el riego de este mineral comenzará a decaer. Durante los años 2011 y 2012 se cargará alrededor de 7,45 Mt de mineral ROM de Cerro Negro sobre el PAD 4A, el cual será lixiviado bajo los criterios usuales de la operación ROM de SMCV. Se empleará para el riego una mezcla de solución ILS y solución refino, similar a la utilizada para el riego del mineral aglomerado, las cuales serán impulsadas mediante la estación de elevación de potencia 3 (Booster 3). La solución efluente de la plataforma, que corresponde a la solución proveniente de las últimas áreas en riego de mineral aglomerado más la generada por el procesamiento del mineral ROM, es considerada como solución PLS, colectada en las pozas 4A y 4B y enviada a la planta de extracción por solventes (SX-EW).

El PAD 4B entraría en operación en noviembre de 2010 y se espera que hacia fines del año 2012 haya alcanzado una condición de equilibrio. En este período, el riego estará constituido por solución ILS generada por la mezcla de refino con los efluentes del procesamiento de mineral ROM de la continuación del desarrollo del PAD 1 y del riego de mineral ROM antiguo del PAD 1. El riego de ILS será impulsado a través de la estación de elevación de potencia 2 (Booster 2) existente y el riego de refino se impulsará mediante la estación de elevación de potencia 1 (Booster 1). La solución resultante será colectada en las nuevas pozas de procesos 4B1 y 4B2 y enviada a la planta de SX-EW, siendo impulsado por una nueva estación de bombeo. En el período de transición, comprendido entre noviembre de 2010 y

diciembre de 2012, el PLS total enviado a la planta de SX-EW se compondrá de la mezcla de las soluciones procedentes de las plataformas de lixiviación 4A y 4B.

Etapa de largo plazo

La etapa de largo plazo se extiende a partir del 2013 hasta el fin del proyecto y considera que la operación del PAD 4B ha alcanzado una condición de equilibrio. Además en este período se encuentran en operación el procesamiento del mineral ROM (óxidos y sulfuros) en la continuación del desarrollo del PAD 1 y se realiza el riego del mineral antiguo del PAD 4A.

Es necesario indicar que en esta etapa se realizará un cambio en el manejo de soluciones con respecto al manejo de la etapa de transición, principalmente asociado a la procedencia de la solución de riego del PAD 4B, que en esta etapa proviene del PAD 4A.

La solución de riego del PAD 4A corresponderá a una mezcla de una fracción de refino con el efluente generado por el procesamiento del mineral ROM en la continuación de desarrollo del PAD 1, el cual es colectado en la poza de proceso 1. Desde esta poza es enviada a la estación de elevación de potencia 2 (Booster 2), en la cual se realiza la mezcla con refino, la reposición de agua fresca y la adición de ácido para ajustar la concentración de éste en la solución ILS. El riego al PAD 4A es impulsado mediante la estación de elevación de potencia 3 (Booster 3). El efluente del PAD 4A es colectado en las pozas de proceso 4A1 y 4A2. La solución ILS de riego del PAD 4B corresponderá al efluente del PAD 4A, proveniente de las pozas 4A1 y 4A2. Esta solución mezclada con la solución refino restante, proveniente de la estación de elevación de potencia (Booster 1), constituirá el riego del PAD 4B. La impulsión de la solución ILS hacia el PAD 4B se realizará mediante las bombas actuales de las pozas 4A1 y 4A2 hasta que la plataforma de lixiviación alcance la capa 13. Para el riego de las capas 14 y siguientes se requiere instalar una nueva estación de bombeo, denominada estación de elevación de potencia 4 (Booster 4), que impulsará la solución ILS. La irrigación con refino del PAD 4B será realizada a través de la estación de elevación de potencia 1 (Booster 1), existente durante toda la vida útil del PAD 4B. El PAD 4B generará la totalidad de la solución PLS a enviar a la planta SX, la cual será colectada en los pond 4B1 y 4B2 y posteriormente impulsada con la nueva estación de bombeo. El Gráfico 4.3 presenta un diagrama esquemático del manejo de soluciones en el escenario a largo plazo.

4.2.2.2 Descripción del circuito de lixiviación PAD 4B

Operación de lixiviación PAD 4B

La operación de lixiviación del PAD 4B comenzará aproximadamente en noviembre del 2010, al finalizar la carga de mineral en el PAD 4A y contempla un circuito de lixiviación que consta de tres etapas de riego, que corresponden a una etapa de riego continuo, una etapa de riego intermitente y finalmente una etapa de lavado.

La etapa de riego continuo se realiza mediante el irrigado del mineral cargado con una solución ILS total de riego constituida por un 70% de solución ILS, que proviene de otros procesos de lixiviación realizados aguas arriba del PAD 4B y un 30% de solución refino que proviene de la planta de extracción por solventes (SX-EW). El riego continuo se prolonga por 99 días utilizando como medio de riego, la mayor parte del tiempo, goteros (91 días) y ocasionalmente aspersores (8 días). Las tasas de riego aplicadas al mineral en esta etapa son variables, obedeciendo a un plan de riego donde los valores instantáneos proyectados oscilan entre 28,8 a 2,9 l/h/m², y los valores promedio varían entre 18,8 y 5,3 l/h/m².

El riego intermitente se realiza considerando como solución ILS total de riego una mezcla de 80% de solución ILS y 20% de solución refino, la cual es aplicada durante 135 días, de los cuales sólo 45 días son de riego efectivo, utilizando exclusivamente goteros. La tasa de riego instantánea aplicada en esta etapa varía entre 10,1 y 2,9 l/h/m², con valores promedio que oscilan entre 3,4 y 1,0 l/h/m².

Finalmente la etapa de lavado se realiza con solución refino mediante goteros durante 15 días. En esta etapa el régimen de riego es continuo a tasas entre 5,6 y 2,7 l/h/m².

El ciclo de lixiviación total alcanza 249 días y comprende las tres etapas antes descritas. La razón de lixiviación objetivo para el mineral está determinada por el cumplimiento de la razón de riego de 0,5 m³/kg Cu recuperable. La cantidad de cobre recuperable es función de la ley de cobre total y de la recuperación, por lo tanto la razón de lixiviación objetivo también. Las razones de lixiviación resultantes se mueven entre 2,5 y 1,2 m³/t, según las leyes de cobre del mineral procesado, produciéndose el máximo en el año 2010 y el mínimo entre los años 2023 a 2027.

Manejo de soluciones

La operación de lixiviación del PAD 4B considera el riego de éste con solución ILS mezclada con refino en distintas proporciones, durante las etapas de riego continuo e intermitente, y refino puro, durante la etapa de lavado. El máximo flujo de solución ILS total de riego

correspondiente a las etapas de riego continuo e intermitente alcanza un valor nominal de 5 111 m³/h (22 505 gpm), constituido de 3 604 m³/h (15 868 gpm) de solución ILS y 1 507 m³/h (6 637 gpm) de solución refino. La solución refino de lavado presenta un flujo máximo nominal de 154 m³/h (678 gpm). El Gráfico 4.4 muestra la evolución de los caudales de riego del PAD 4B durante el período de operación del mismo.

Cabe destacar que el ajuste en la concentración de ácido de la solución ILS de riego, que proviene de otros procesos de lixiviación realizados aguas arriba del PAD 4B, se realiza mediante la adición de ácido sulfúrico en la estación de elevación de potencia 2 (Booster 2 – mixbox), de la misma forma en que se realiza en la operación actual de lixiviación del PAD 4A, por lo tanto el manejo del ácido sulfúrico se mantiene sin alteraciones.

Las soluciones que drenan de cada etapa de riego son colectadas y enviadas a las pozas de PLS 4B1 y 4B2. El máximo valor de caudal efluente proyectado para el período total de operación presenta un valor nominal de 5 030 m³/h (22 148 gpm). Las pozas 4B1 y 4B2 poseen áreas de espejo de agua de 13 400 y 14 200 m² respectivamente considerando su altura de operación, que corresponde a 5 m. La altura máxima del diseño es de 8,5 m para la poza 4B1 y de 8,2 m para la poza 4B2, con áreas de espejo de agua en esta condición de 18 000 y 18 700 m², respectivamente. El Gráfico 4.5 muestra la evolución del caudal efluente del PAD 4B a lo largo del tiempo.

Desde las pozas de PLS, 4B1 y 4B2, la solución es enviada a la planta SX/EW existente, donde se producirán los cátodos de cobre respectivos de forma similar a la empleada en la actualidad. Es importante mencionar que no se proyectan modificaciones en las instalaciones actuales de la planta de SX/EW.

El consumo de agua producto de la operación del PAD 4B corresponde al agua requerida para compensar las pérdidas de agua por evaporación e impregnación y ha sido calculado como la diferencia entre la solución total de riego y el efluente. Cabe señalar que esta estimación de consumo de agua no necesariamente representa el make up de agua a reponer desde el punto de vista del circuito integrado. Durante los años 2014, 2023 y 2027 la recuperación de agua por vaciado de inventarios supera las demandas de agua requeridas para compensar las pérdidas por evaporación e impregnación, por lo cual se asigna un consumo igual a cero. En el Gráfico 4.6 siguiente se muestra la representación gráfica del consumo de agua del PAD 4B para cada año. El valor máximo de consumo de agua del PAD 4B se reporta en el año 2015, equivalente a 1,35 Mm³.

Aporte de Cobre PAD 4B

El cobre aportado por el PAD 4B individualmente, ha sido calculado como el diferencial entre el cobre contenido en el efluente menos el cobre contenido en las soluciones de riego. El resultado de este cálculo se reporta en el Gráfico 4.7. El máximo aporte de cobre del PAD 4B se produciría el año 2012 con 61,8 Kt de cobre aproximadamente, completando un aporte total de 674,5 Kt de cobre durante todo el período de operación.

4.2.3 Estructuras de derivación de aguas

Durante las actividades de operación del PAD 4B, el sistema de derivación de aguas evacuará la escorrentía superficial hacia los canales del acceso perimetral a fin de disminuir el área tributaria y los correspondientes flujos en el área de la plataforma de lixiviación. Las descargas de los canales de derivación estarán ubicadas aguas abajo de la actual ubicación de la Presa Huayrondo, según se muestra en la Figura 4.10.

4.2.4 Suministros

Para la etapa de operación no se prevé ningún suministro adicional de agua (potable o industrial), combustible o insumos al que utilizan actualmente las operaciones de Cerro Verde. La demanda total de agua potable para esta etapa forma parte del consumo actual de las operaciones de la mina, no esperándose un incremento en el consumo de la misma, por lo que no se requiere de licencias adicionales. El cálculo del balance de aguas y el diagrama de flujo que representa la operación del PAD 4B se presentan en el Anexo L y el Gráfico 4.8, respectivamente.

Las adiciones de ácido y agua en aglomeración se mantendrán en el rango actual, correspondiendo al orden de 6 kg/t para el ácido y una adición de agua hasta lograr una humedad de 6% lo que no significará un incremento respecto al consumo actual. El mantenimiento de las tasas de adición de estos insumos significa que tanto las plantas de chancado como de aglomeración no sufrirán modificaciones, motivo por el cual no fueron incluidas en este documento.

El ácido sulfúrico requerido para las operaciones será manejado de la misma manera que se maneja en la actualidad. En el Capítulo 6 se presenta el programa de respuestas a emergencias y contingencias que incluye el manejo y almacenamiento del ácido sulfúrico y en el Anexo M se presenta la hoja de datos de seguridad (MSDS) de este insumo.

En cuanto a la energía, las operaciones requerirán 8 MW de demanda adicional para la cual se implementarán subestaciones eléctricas, las cuales fueron descritas anteriormente.

4.2.5 Mano de obra

Durante la operación, el PAD 4B de lixiviación contemplará un diseño que permita, bajo circunstancias normales, ser controlado por un operador. Si bien la mayoría de procedimientos serán monitoreados desde el cuarto de control, vía el monitoreo de variables; dos personas de mantenimiento realizarán labores en el área del PAD 4B.

La mano de obra para la etapa de operación estará cubierta por el personal que labora actualmente en las actividades de lixiviación. El desarrollo de las operaciones de lixiviación en la Plataforma 4B asegurará la continuidad de aproximadamente 36 trabajadores.

4.2.6 Transporte

Considerando que la mano de obra no se incrementará durante la operación, se prevé que el flujo vehicular por el transporte de empleados y contratistas o insumos desde Arequipa no variará por efectos de la operación del PAD 4B.

4.2.7 Emisiones de la etapa de operación

Se estima que durante la etapa de operación se generarán las siguientes emisiones:

- Material particulado y gases de combustión; y
- Ruido y vibraciones.

Para el Análisis de Impactos (Capítulo 5), también se ha considerado la posibilidad de ocurrencia de filtraciones de sustancias procedentes del proceso de lixiviación.

Emisiones de material particulado y gases

Las emisiones de material particulado durante la etapa de operación se restringirán a las superficies activas de disposición de mineral en la plataforma de lixiviación (erosión eólica) y circulación de vehículos por los caminos de acceso.

No se esperan emisiones de gases de combustión con excepción de los vehículos de mantenimiento que circularán por las vías de acceso. No se contempla el uso de maquinaria pesada durante las labores de operación. Los gases esperados a partir de la combustión de motores diesel, son principalmente monóxido de carbono (CO) y óxidos de nitrógeno (NOx).

No se estiman emisiones considerables de estos gases, dada la magnitud de las actividades proyectadas.

Ruido y vibraciones

Las principales fuentes de ruidos de la operación estarán constituidas por la circulación de vehículos de mantenimiento. Se estima que la operación de fajas y disposición de mineral en la plataforma de lixiviación generen escasas emisiones de ruido y vibraciones adicionales a las existentes.

Las actividades de minado, tratamiento previo del mineral y transporte del mismo son las mismas que las empleadas hasta el momento, motivo por el cual no se esperan incrementos de ruido y vibraciones como consecuencia de estas operaciones.

4.2.8 Cronograma de la etapa de operación

En la Tabla 4.1b se presenta el cronograma del proyecto, en el que se incluye la fase de operación. La operación del PAD 4B se integrará dentro del circuito existente de operaciones de SMCV. Esta integración se realizará en forma paulatina a través de dos etapas sucesivas conocidas como de transición y largo plazo. La etapa de transición se encontrará comprendida aproximadamente entre noviembre de 2010 y diciembre de 2012, mientras que la etapa de largo plazo se extenderá a partir del año 2013 hasta el fin del proyecto en el año 2027.