

Proyecto Inmaculada

Nueva explotación en Ayacucho

Adaptación: Fabiola García S.

PERIODISTA CONSTRUCCIÓN MINERA

FUENTE: REVISTA TECNOLOGÍA MINERA - PERÚ

» Cerca de 20 mil hectáreas destinadas a la extracción de oro y plata de la veta Angela abren paso al proyecto minero Inmaculada ubicado en el departamento de Ayacucho, Perú.

» Aproximadamente a 4.700 metros sobre el nivel del mar, se están ejecutando las obras de construcción de la mina; la zona industrial de planta de procesos y la instalación de la correa transportadora.

» Además, se están desarrollando obras que comunican a superficie 82 bocaminas y 11 chimeneas, junto con la construcción de depósitos para almacenar los desmontes de mina, los relaves del proceso metalúrgico, los materiales inapropiados y el topsoil.

FICHA TÉCNICA

PROYECTO INMACULADA

Mandante: Hochschild Mining Plc

Ubicación: Distrito de Oyolo, provincia de Paucar del Sara Sara en el departamento de Ayacucho, Perú.

Inversión: US\$ 416 millones

Producción de minerales: 3.500 TMD

Vida de mina inicial: 6,3 años

UBICADO EN EL DISTRITO DE OYOLO, provincia de Paucar del Sara Sara en el departamento de Ayacucho, Perú, se encuentra el proyecto minero Inmaculada. Cercano a iniciar su producción, este proyecto contempla -en 20.000 hectáreas- la explotación subterránea de oro y plata de la veta Angela. Entre los principales avances del proyecto, destacan la finalización de los trabajos de conexión con la red eléctrica y la construcción de la planta que se espera finalice en la segunda mitad del año. El proyecto es 100% propiedad de Hochschild, tras la adquisición del 40% restante de la participación de IMZ en diciembre del 2013 y comprende una inversión de US\$ 416 millones.

Las proyecciones de Hochschild Mining son incrementar en un 75% su producción de plata en los próximos tres a cuatro años, logrando alcanzar unos 34,7 millones de onzas de plata al 2017.

COMPONENTES DEL PROYECTO

Inmaculada contempla la explotación del mineral de la veta Angela, la cual aflora en la parte central del sistema de

vetas de Quellopata. Esto se realizará por el método de taladros largos con relleno en pasta. La producción de mina se alimenta a un circuito de chancado, cuyo producto final será transportado mediante una correa transportadora a la planta de procesos para la obtención de barras de doré de oro/plata mediante el proceso Merrill Crowe.

El proyecto tiene previsto implementar procesos de producción que incorporen las mejores técnicas disponibles a fin de reducir y controlar las posibles alteraciones en el entorno. Para garantizar la seguridad y la calidad ambiental en las labores subterráneas, se desarrollarán obras que comuniquen a superficie 82 bocaminas y 11 chimeneas que servirán de acceso y extracción de aire, agua, equipos y personal. También se construirán depósitos convenientemente preparados para almacenar de forma segura los desmontes de mina, los relaves del proceso metalúrgico, los materiales inapropiados y el topsoil. Este último, almacenará el material de calidad edáfica retirado en los desbroces para emplearlos en los trabajos de cierre.

Para mejorar la capacidad portante en las labores subterráneas, se introducirá relleno en pasta empleando relave y cemento en su preparación, lo que alargaría la vida del



depósito de relave. Por otro lado, se recircularán las aguas del depósito a la planta de procesos, cerrando este circuito con vertido cero.

La producción de mineral será de 3.500 TMD o 1.260.000 TM/año, y el ciclo minero del proyecto contempla las etapas de construcción, operación y cierre. La vida de la mina inicial se ha estimado en 6,3 años.

MINA

En los trabajos de explotación del yacimiento, se contempla la preparación de labores verticales (chimeneas y echaderos) y horizontales (subniveles, cortadas, ventanas), así como rampas de acceso y extracción de mineral, seguido del arranque de mineral con perforación y voladura mediante taladros largos, limpieza de mineral con equipos mecánicos, rellenos en pasta, y acarreo y transporte a superficie mediante volquetes hasta la chancadora primaria.

Las chimeneas de ventilación principal hacia superficie, se encontrarán cerca a cada rampa y servirán de extractores. Las chimeneas de servicios se ubicarán en cada rampa en la parte central y servirán para el ingreso de agua, aire, energía y ventilación.

Se tendrán echaderos en cada cruce central (que conecta las ventanas con la rampa de explotación) para permitir la extracción por gravedad. La explotación se realizará en retirada colocando chimeneas de cara libre al extremo de cada zona a minar.

MÉTODO DE EXPLOTACIÓN

El proceso de minado consiste en acceder al cuerpo mineral mediante cruceros y/o ventanas y luego desarrollar sub-

Las proyecciones de Hochtief Mining son incrementar en un 75% su producción de plata en los próximos tres a cuatro años.

niveles de explotación. Estos subniveles serán divididos en bloques de explotación, los cuales se desplazaran verticalmente según el dimensionamiento de las labores. Los cruceros parten de las rampas de explotación y están distribuidos según las distancias óptimas de transporte de los equipos de acarreo.

Una vez concluidos los trabajos de sostenimiento, se procederá con la perforación de los taladros largos entre subniveles. En la perforación, se realizará la abertura de la chimenea de cara libre y finalmente todas las filas hasta concluir el tajeo. Para asegurar la calidad de la voladura, concluidos los trabajos de perforación, se procederá al levantamiento topográfico de los taladros perforados para afinar el diseño de la voladura.

El carguío, acarreo y transporte para las actividades de minado es la etapa donde se carga el mineral a los camiones volquetes, para que sean trasladados a la chancadora directamente y termina al descargar el desmonte al depósito de desmonte.

El carguío del mineral/desmonte se realizará con los scooptrams previstos de 4,6 m³ a camiones 8x4 de 30 toneladas. Se han estimado preliminarmente 6 camiones. Estos camiones circularán desde las zonas de carguío dentro de la mina, hasta la salida por el acceso principal Nv. 4400 donde se descargará el material para ser chancado en una zona de chancado a lado de la bocamina y luego transportado por correa. Una vez concluido la explotación del rajo en su totalidad; se procede de inmediato a rellenar el espacio vacío del rajo con relleno en pasta.

Para relleno de mina se empleará relave cianurado en pasta, preparado en una planta de relleno ubicado en la

zona industrial de la planta de procesos, en donde por medio de filtros de disco se quitará el contenido de agua hasta alcanzar una densidad adecuada para el transporte por tubería.

SERVICIOS AUXILIARES

Los servicios auxiliares en mina consideran los trabajos de instalación y control de las redes principales de aire, agua, energía, iluminación, línea de bombeo y ventilación principal.

En la etapa de explotación, el aire limpio será tomado de las rampas de acceso a la veta y el aire viciado será evacuado por las chimeneas de ventilación ubicadas en los extremos de los cuerpos mineralizados.

Todos los rajos abiertos se deben iluminar tanto por la parte superior como inferior, con reflectores de 500 watts. Los rajos deben tener una argolla anclada en la roca para colocar la línea de vida y facilitar la inspección del rajo, por el nivel superior. Para señalar los rajos abiertos, rajos y frentes cargados se debe utilizar cinta o sogas de seguridad.

Para el mantenimiento de las vías de transporte de material de desmonte desde la mina hasta el depósito de relaves se dispondrá de un equipo motoniveladora de bajo perfil. En época seca se regará la pista para reducir la emisión de polvo en estas superficies.

En el sostenimiento de labores de acceso y producción, se ha tenido en cuenta los tipos de roca a excavar y la necesidad de sostenimiento en cada caso, como: shotcrete, pernos helicoidales, cimbras metálicas entre otros.

PROCESO

El mineral tal como sale de la mina (ROM) es descargado desde camiones de acarreo a la pila de material 1 o la chancadora primaria directamente.

El mineral chancado será descargado directamente sobre una correa transportadora de 183 cm de ancho la

cual descarga hacia una correa overland o un sistema de correas sobre terreno que llevará el mineral hasta la pila de mineral 2 ubicada en planta de procesos.

La planta de procesos de Inmaculada tendrá una capacidad de tratamiento de 3.500 toneladas por día. El proceso de producción en planta se inicia con la molienda del mineral chancado que viene de mina e incluye las siguientes operaciones principales de procesamiento:

- » Molienda semiautógena (SAG).
- » Molienda con molino de bolas.
- » Lixiviación.
- » Lavado mediante decantación de solución en contracorriente (CCD).
- » Clarificación de solución rica.
- » Merrill Crowe.
- » Planta doré.
- » Destrucción del cianuro en relaves.
- » Espesamiento y disposición de relaves.
- » Suministro de agua fresca y agua recuperada.
- » Preparación y distribución de reactivos.

DETOXIFICACIÓN Y ESPESAMIENTO DE RELAVES

El circuito de destrucción del cianuro está diseñado para reducir el cianuro disociable en ácido débil, (CNWAD) a menos de 50 ppm y un promedio de 25 ppm. El circuito consta de un solo tanque agitado para destrucción del cianuro con un tiempo de residencia de 3,5 horas.

La pulpa detoxificada es descargada por gravedad al espesador de relaves. Se añade, floculante, diluido al 0,025% w/v con agua fresca, para ayudar a la separación sólido-líquido. El underflow del espesador se descarga al tanque de relaves al 63% w/w de sólidos. Una fracción de la pulpa de relaves es luego bombeada a la planta de relleno en pasta y el resto a la presa de relaves. El overflow del espesador de relaves es reciclado de vuelta al cajón alimenta-



El proyecto tiene previsto implementar procesos de producción que incorporen las mejores técnicas disponibles a fin de reducir y controlar las posibles alteraciones en el entorno.



El circuito consta de un solo tanque agitado para destrucción del cianuro con un tiempo de residencia de 3,5 horas.

SISTEMA DE SUBDRENAJE

Una vez concluida la eliminación de materiales inadecuados, se procederá con la instalación del sistema de subdrenaje y una poza de monitoreo. El diseño contempla la instalación de una red de colectores principales y ramales secundarios dispuestos en planta según el esquema convencional denominado "espinas de pescado". Los drenes principales están conformados por tuberías perforadas de HDPE de pared doble de dispuestas en la parte más baja y central de la plataforma. Los drenes secundarios están conformados por tuberías perforadas de HDPE de pared doble y se conectan a los drenes principales empleando accesorios que deberán ser proporcionados por el fabricante.

SISTEMA DE REVESTIMIENTO O IMPERMEABILIZACIÓN DEL LECHO

El sistema de revestimiento consistirá en la colocación de una capa de suelo de baja permeabilidad (soil liner). Sobre esta cobertura se colocará geomembrana.

El propósito de la impermeabilización del depósito de relaves es eliminar las filtraciones de agua desde el depósito, a través del cuerpo de la presa, a fin de favorecer la estabilidad física y química de ésta y poder lograr la estanqueidad del depósito de relaves. Para ello, se ha previsto cubrir toda la superficie del talud de aguas arriba de la presa y el lecho del depósito mediante la instalación de una geomembrana impermeable de polietileno de alta densidad (HDPE), de 1,5 o 2 mm de espesor y lisa por ambas caras, la misma que se fijará en la cresta del dique y en el extremo superior de la pantalla impermeable de aguas arriba, mediante zanjadas de anclaje.

DEPÓSITO DE DESMONTE DE MINA

El depósito de desmonte ocupará un área aproximada de 5,48 hectáreas y se diseñó para almacenar ceca de 763.000 m³ de desmonte de mina. Esta capacidad se estimó considerando que este material será almacenado empleando un talud general de almacenamiento de 2,5H:1.0V.

dor del tanque de destrucción de cianuro para dilución de la alimentación, también se puede descargar parte de esta solución al tanque de solución barren. Se cuenta con la posibilidad de utilizar agua fresca en lugar del overflow del espesador para la dilución de solución de destrucción del cianuro. La planta de relleno en pasta también libera agua que será retornada al tanque de solución barren.

Un detector de gas HCN se encuentra ubicado sobre el tanque de destrucción de cianuro para monitorear la concentración de este gas en el aire. Los derrames son bombeados al tanque de detoxificación o al espesador de relaves.

DEPÓSITO DE RELAVES

El depósito de relaves está ubicado aguas arriba de la planta de procesos, a una altitud media de 4.500 msnm, está diseñado para almacenar relave cianurado y abarca un área aproximada de 34.44 hectáreas.

Los trabajos de construcción contemplan la preparación de la superficie que incluye la remoción y eliminación de material orgánico (topsoil) y materiales inadecuados para la cimentación del dique de retención y eliminación del topsoil para el área destinada para depósito de relaves. El topsoil será almacenado en el depósito de topsoil o de suelo orgánico destinado para este tipo de material.

Los materiales que no sean adecuados como suelos de cimentación, deberán ser excavados hasta encontrarse una cimentación adecuada, capaz de soportar las cargas que impondrá la presa de retención. Estos materiales serán almacenados en el depósito de material inadecuado designado por el propietario.

El dique de retención será construido con relleno estructural, alcanzando una altura máxima de 70 metros y un volumen de relleno de 1,67 millones de metros cúbicos al final de su operación. La cresta tendrá un ancho de 8,80 metros y se ubicará a 4.522 msnm. Los taludes para esta presa se ha estimado en 1,8H:1V aguas abajo y 1,4H:1V aguas arriba.



Fuerza laboral

En la etapa de construcción, en forma similar que para la etapa de operación, se ha tenido preferencia por el personal local, siempre que este esté calificado para las labores requeridas. Para aquellas obras que signifiquen mayor tecnificación, se contrataron empresas especializadas.

En la etapa de construcción la demanda de personal se calculó de la siguiente forma: 120 personas en los 4 primeros meses, pasando a 1.632 personas a la mitad de la etapa, y al finalizar 486 personas.

En la etapa de operación se ha estimado un requerimiento de 490 personas aproximadamente. En ambos casos puede haber unas fluctuaciones de 15% en las necesidades de personal.

Adicionalmente, se contrataron los servicios de compañías especializadas en tareas específicas como perforación y voladura, mantenimiento de equipos pesados, mantenimiento de redes de alta, mediana y baja tensión, manejo de residuos sólidos, entre otros.

El diseño contempla la instalación de un sistema de canales de derivación y coronación con estructuras de control de erosión, para evitar que las aguas de escorrentía entren en contacto con los desmontes.

Los resultados mostrados tanto en condiciones estáticas como pseudoestáticas, indican que los taludes de diseño del depósito de desmonte son estables a largo plazo y cumplen con el requerimiento del factor de seguridad recomendado para este tipo de estructuras.

Los ensayos de predicción de drenaje ácido de los materiales de desmonte de mina, consistieron en pruebas estáticas denominadas también pruebas o ensayos ABA (ácido - base accounting) y mineralogía por difracción de rayos x. Los ensayos estáticos permiten conocer el comportamiento geoquímico de los desmontes de mina, incluye data sobre la efervescencia, potencial de acidez máximo (AP o MPA), potencial de neutralización (NP), pH en pasta, contenido porcentual de sulfuros, cuyos resultados se expresan en NNP y NP/MPA.

En resumen se puede afirmar que los desmontes no son generadores de acidez, por lo que su almacenamiento en el depósito de desmonte puede ser por simple acumulación, es decir este depósito no va a requerir un encapsulamiento impermeable en su cierre, por cumplir con los estándares medioambientales de las regulaciones peruanas. Si durante la operación se detectan materiales con contenido de sulfuro, estos materiales pueden confinarse con desmonte de mina.

También se han realizado análisis mineralógico a las muestras de roca que se almacenarán en el depósito de desmonte. Tal como se puede ver los minerales presentes no son generadores de acidez, el contenido de piritita es muy poco o no está presente en las rocas.

DEPÓSITO DE TOPSOIL Y DE MATERIALES INADECUADOS

El depósito de topsoil tiene un área total de 5,37 ha, está ubicado en la parte alta de la quebrada Laguiña aguas arriba del depósito de relaves entre los cerros Quellopata y Huarmapata, almacenará temporalmente el material superficial de los desbroces y limpieza de las áreas de emplazamiento de los componentes del proyecto minero Inmaculada.

Mientras que el depósito de materiales inadecuados almacenará todo el material de las excavaciones no aptos para usos en las construcciones de las estructuras mineras y que no tienen potencial de generación ácida, este depósito se ubicará aguas arriba del depósito de relaves, ocupará un área de 3,38 hectáreas y en principio su altura no será mayor a 8 m y será diseñado con taludes de 2,5H:1.OV para asegurar su estabilidad física a largo plazo.

Los resultados mostrados tanto en condiciones estáticas como pseudoestáticas, indican que los taludes de diseño del depósito de topsoil serían estables a largo plazo y cumplirían con el requerimiento del factor de seguridad recomendado para este tipo de estructuras.

PRESA DE AGUA

La presa de agua ocupa un área total de 5,95 ha, está ubicada aguas abajo de la confluencia de la quebrada Pa-

COMPONENTES DEL PROYECTO

Instalaciones mina

COMPONENTE	ALTITUD (MSNM)	ÁREA O LONGITUD
Bocamina Nv 4400	4.400	36,0 m ²
Bocamina Nv 4500	4.500	36,0 m ²
Chimenea 1	4.475	12,0 m ²
Chimenea 2	4.600	12,0 m ²
Chimenea 3	4.700	12,0 m ²
Chimenea 4	4.610	12,0 m ²
Chimenea 5	4.660	12,0 m ²
Chimenea 6	4.680	12,0 m ²
Chimenea 7	4.690	12,0 m ²
Chimenea 8	4.695	12,0 m ²
Chimenea 9	4.700	12,0 m ²
Chimenea 10	4.700	12,0 m ²
Chimenea 11	4.700	12,0 m ²
Sala de compresoras	4.400	64,0 m ²
Oficina de mina	4.400	122,0 m ²

Instalaciones zona industrial de planta de procesos

COMPONENTE	ALTITUD (MSNM)	ÁREA O LONGITUD
Planta de procesos	4.700	18,13 ha
Chancadora primaria	4.400	179,0 m ²
Pila de material 1	4.400	0,25 ha
Planta de relleno en pasta	4.700	378,0 m ²
Pila de material 2	4.700	376,0 m ²
Planta de neutralización	4.700	758,0 m ²
Pozo de detoxicación	4.700	314,0 m ²
Estación de bombeo de relaves	4.700	796,0 m ²
Casa de compresoras	4.700	758,0 m ²

Instalaciones faja transportadora (mina a planta)

COMPONENTE	ALTITUD (MSNM)	ÁREA O LONGITUD
Punto de inicio de faja	4.700	748,0 m ²
Punto de entrega de faja	4.700	857,0 m ²
Punto de transferencia	4.700	900,0 m ²

tari y la quebrada Laguiña. En el diseño del dique se ha considerado una sección con un talud de 1,H:1.OV aguas arriba y un talud de 2,0H:1.OV aguas abajo.

Con la finalidad de evaluar las características y propiedades de los materiales de la cimentación del área de emplazamiento de la presa de agua se ha llevado a cabo un programa de investigaciones geotécnicas de campo con excavación de calicatas, ensayos de densidad in situ, prospección geofísica por el método de refracción sísmica y sondajes eléctricos verticales para determinar los parámetros de capacidad portante del emplazamiento.

Bajo estas condiciones de diseño y según los resultados de caracterización en el emplazamiento de la presa de agua, se asegura la estabilidad física de la presa a largo plazo. //