

## **INRENA 8**

**Detallar las medidas de cierre y post-cierre del tajo, especificando los responsables para ejecutar dicha actividad.**

En el Anexo CPI (Plan de Cierre) del EIA se analizan en detalle las medidas de cierre y post-cierre del tajo abierto, en esta respuesta se hace un resumen de las mismas. Los principales objetivos para el cierre del tajo abierto son los siguientes: contener escorrentía potencialmente de baja calidad proveniente de las paredes del tajo y del desmante; limitar la descarga de agua potencialmente de baja calidad proveniente del tajo; restringir el acceso público al tajo abierto durante las operaciones de cierre y post-cierre; limitar la infiltración de la precipitación y el intercambio de oxígeno en el desmante para limitar el potencial de generación de drenaje ácido de roca (DAR); y, mantener la estabilidad física de largo plazo del relleno y su sistema de cobertura final de suelos. Con el fin de atender estos objetivos técnicos, las actividades de cierre y post-cierre del tajo abierto incorporan las siguientes medidas:

- **Se promoverá el desarrollo de una laguna del tajo estable** luego de las operaciones. La inundación del tajo tiene como finalidad minimizar la generación de DAR mediante la saturación del material potencial generador de acidez (PGA) expuesto en la parte baja del tajo. Una capa de agua limita el flujo de oxígeno necesario para la oxidación de los sulfuros. La creación de una laguna en el tajo minimizará los impactos potenciales en la calidad del agua de filtración, reducirá los costos de tratamiento de agua, permitirá un control eficiente de la sedimentación a largo plazo, proporcionará un depósito para lodos de gran volumen luego del cierre, y atenuará los eventos de actividad hidrometeorológica extremos. Con el fin de acelerar la inundación inicial del tajo y en la medida que sea práctico, se construirán derivaciones temporales durante las actividades de cierre para desviar hacia el tajo la escorrentía de las áreas inmediatamente adyacentes. Durante la fase de post-cierre, es posible que se derive el agua hacia el tajo o fuera de éste (desde áreas donde esté expuesto material no generador de acidez (NGA)). Las consideraciones del diseño al balance de agua del tajo para el post-cierre se discutirán más adelante.
- **De ser necesario se tratará el agua del tajo con cal** con el fin de controlar el pH y la concentración de metales. Para la construcción de este sistema serán necesarios una barcaza, una bomba montada en la orilla y la tubería correspondiente. El sistema consiste en bombear cal apagada a la barcaza, ubicada cerca de la mitad de la laguna, en donde se mezcla con el agua de la laguna del tajo utilizando aire comprimido dentro de una tubería corta, abierta en ambos extremos con el fin de generar flujo y turbulencia. De esta manera se elevará el pH y los metales precipitarán en forma de hidróxidos, los cuales sedimentarán en el fondo del tajo; la concentración de metales disueltos se mantendrá en niveles aceptables.
- **Se construirá un dique de tierra con núcleo de arcilla** en el punto de salida más bajo que se ubica al borde del tajo en el sector oeste-noroeste del tajo, con el fin de eliminar la posibilidad de que el agua del tajo rebose hacia la cuenca del Río Negro. La altura de este “dique oeste del tajo” estará por encima de la altura del corte de decantación, con suficiente borde libre como para evitar el rebose por formación de olas. El dique consistirá en una estructura zonificada de tierra con una barrera de arcilla y capas de drenaje para mantener estabilidad en el largo plazo. Se debe enfatizar que los requisitos del diseño de esta

estructura propuesta deberán ser evaluados posteriormente, cuando exista mayor disponibilidad de información para poder perfeccionar el balance de agua del tajo y reducir la incertidumbre de las predicciones para la etapa de post-cierre. Obsérvese que también podría ser factible modificar el diseño del tajo con el fin de aumentar la altura actual del punto de salida en este sector y de esta manera contar con un talud de roca, evitando así la necesidad de construir el dique oeste del tajo. Esta posibilidad se evaluará posteriormente en actualizaciones futuras que se realicen al plan de cierre de la mina.

- Se construirá un Corte de Decantación para desviar los reboses potenciales del tajo hacia el sudeste a la cuenca de la Quebrada Laguna Negra. Según se explicará posteriormente, las predicciones para el balance de agua al cierre del tajo (con una certeza de más del 99%) indican que el nivel máximo de la laguna del tajo no excederá una altura de 4 032 metros sobre el nivel del mar (msnm). Sin embargo, el plan de cierre actual considera de manera conservadora la construcción de un corte de decantación desde el extremo sudeste del tajo hasta la poza de colección DAR. Los criterios de diseño para este corte especifican que se debe construir con taludes que ofrezcan un factor de seguridad pseudo estática igual o superior a 1,0; teniendo en cuenta el evento de sismo máximo creíble. El corte de decantación deberá ser de un tamaño igual al  $\frac{1}{2}$  PMF del tajo y las cuencas, considerando la atenuación de la elevación del caso base de la laguna del tajo, o los flujos máximos de un evento de tormenta de 24 horas en 1 000 años cuando la laguna se encuentre llena, cualquiera sea mayor. De manera similar a los requisitos del dique oeste del tajo que se indicaron anteriormente, la altura del diseño de esta decantación se deberá evaluar posteriormente cuando exista mayor disponibilidad de información para poder perfeccionar el balance de agua del tajo y reducir la incertidumbre en las predicciones de post-cierre.
- **Se renivelará y perfilará** la superficie del relleno del tajo con tractores a fin de proporcionar una superficie de drenaje realmente nivelada y así asegurar una estabilidad geotécnica de largo plazo, facilitar la colocación de la cobertura final, y obtener una forma del terreno que sea aceptable para usos posteriores a la explotación minera. Al cierre, el tajo contendrá aproximadamente 28 Mt de desmonte de relleno. Los taludes de relleno en el tajo que se ubican sobre el nivel potencial de inundación serán renivelados y se contruirán canales de derivación en intervalos nominales de 50 m para controlar la erosión hasta que se establezca la vegetación.
- **Se construirá un sistema de cobertura final de suelo con vegetación** en los taludes del relleno que se ubiquen sobre el nivel inundación, los cuales serán previamente renivelados. Se prevé que la cobertura final de suelo consistirá en aproximadamente 30 cm de cobertura de suelo con el fin de limitar la infiltración en el relleno, fomentar el desarrollo de vegetación y limitar la erosión, aislar los desmontes de la escorrentía, y crear una forma del terreno rehabilitado que sea compatible con el terreno circundante. El suelo será transportado desde las pilas de suelo superficial y será colocado con tractores, luego de lo cual será revegetado.
  - **Se evitará el ingreso al tajo** mediante bermas, cercas u otra modalidad que sea adecuada, que se colocarán a lo largo de las áreas de peligro (por ejemplo, rampas, muros altos, etc.) a lo largo del perímetro del tajo.

## **Balance de Agua**

Como se indicó anteriormente, se prevé la formación de una laguna en el tajo (tal vez más de una dependiendo de la configuración final del tajo y de la altura de la laguna del tajo) luego del cese de las actividades mineras. El nivel del lago será controlado por la precipitación, evaporación, filtración y la elevación de la cresta más baja del tajo final. Según se analizó en detalle en el Anexo CPI (Plan de Cierre) del EIA, el fundamento principal para el diseño de cierre del tajo es el balance de agua usado para predecir las condiciones del tajo durante el cierre y post-cierre.

El balance de agua del tajo proporciona el nivel de agua estimado en el tajo cerrado y el período de tiempo en el que se alcanzaría. Asimismo, se estimaron las fluctuaciones estacionales típicas en los regímenes de descarga por filtración y los niveles de la laguna.

El balance de agua de post-cierre incluye la recarga por precipitación en el área del tajo, la evaporación de las superficies de la laguna y filtración de agua subterránea proveniente de la laguna del tajo y/o del desmonte saturado. Se han desarrollado escenarios promedio, lluvioso de 1 en 20 (intervalo de recurrencia en años) y seco de 1 en 20.

Debido a que se desarrollarán datos adicionales durante las operaciones mineras, el modelo de balance de agua se perfeccionará con el fin de reducir la incertidumbre en las predicciones del modelo. Estos datos adicionales se utilizarán luego para refinar los detalles del diseño para el cierre del tajo durante los ajustes futuros que se realicen al Plan de Cierre.

Los resultados del modelo del balance de agua señalan que la laguna del tajo no excederá la altura de 4 032 msnm con una probabilidad de más del 99%. Sin embargo, el plan actual considera que el corte de decantación descrito anteriormente se construirá a una altura de 4 035 msnm con el fin de proporcionar un nivel de seguridad alto de que cualquier rebose potencial sea controlado y dirigido a la cuenca de la Quebrada Laguna Negra. Los detalles del diseño para el corte de decantación y su altura se evaluarán posteriormente una vez que se haya caracterizado en su totalidad la hidrología final de cierre del tajo.

La laguna del tajo no decantará a menos que las pérdidas por filtración y evaporación sean inferiores a la esorrentía y la recarga por precipitación. En base al balance de agua anteriormente indicado, se espera que la laguna del tajo eleve su nivel a una altura por encima de los 4 020 m aproximadamente después de tres años, y la laguna alcanzará una altura nominal estimada de 4 024 m después de diez años. No se espera que el nivel de la laguna del tajo experimente un aumento considerable más allá de esta altura, excepto durante los años extremadamente lluviosos. Una vez que la laguna del tajo alcance este último nivel, se espera que fluctúe en respuesta a las variaciones estacionales de recarga a menos que los límites superiores sean controlados por la altura de decantación.

Asimismo, las pérdidas por filtración variarán conforme fluctúe el nivel de la laguna del tajo. Una vez que la laguna del tajo logre un equilibrio, se prevé que su altura promedio de largo plazo sea de 4 027 msnm y que ésta fluctuará entre 4 022 y 4 032 msnm para los escenarios de años secos y lluviosos, respectivamente.

En consecuencia, en el largo plazo, cualquier desmonte PGA (definido de manera conservadora como aquel que presenta un contenido total de azufre superior a 0,1%) que se ubique por debajo de 4 022 msnm será inundado constantemente y por lo tanto no es probable que genere DAR. El desmonte que se ubique entre 4 022 y 4 032 msnm será expuesto a inundación periódica, mientras que las rocas que se ubiquen por encima de 4 032 msnm serán expuestas solamente al agua de lluvia que infiltre a través de la cobertura vegetal. Las evaluaciones futuras del diseño del cierre del tajo analizarán la viabilidad y los beneficios potenciales de las distintas estrategias de mitigación, incluyendo los siguientes:

- los impactos potencialmente beneficiosos de utilizar un criterio de separación menos conservador en base al azufre total para definir los desmontes PGA para relleno en el tajo;
- la viabilidad de colocar solamente residuos NGA sobre la altura mínima proyectada para la laguna luego del cierre del tajo, en donde los materiales PGA de relleno se encontrarán por debajo de ese nivel y por lo tanto se encontrarán en todo momento inundados a fin de limitar la generación de DAR; y
- la viabilidad y beneficios potenciales de utilizar canales de derivación en el tajo a fin de desviar el agua no ácida de la pared del tajo norte para reducir el aporte a la laguna del tajo.

### **Responsabilidad**

El personal responsable del cierre del tajo será el Gerente General del Proyecto Alto Chicama, quien supervisará al personal técnico del Departamento de Medio Ambiente del Proyecto Alto Chicama que supervisa las actividades de construcción del cierre, tratamiento de agua y monitoreo.