



**GOLD FIELDS**

Av. El Derby No 055 Torre 1, Oficinas Nos. 1001-1002  
Urb. Lima Polo and Hunt Club  
Santiago de Surco

**V ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE CIERRE DE MINA DE CERRO  
CORONA  
OPTIMIZACIÓN DE OPERACIONES DE MINA**

SECCIÓN 6  
MANTENIMIENTO Y MONITOREO POST CIERRE



**MWH**

now  
part of



**Stantec**

Avenida Conquistadores N° 638  
San Isidro - Lima - Perú  
Teléfono 700 3200 Fax 700 3700  
[www.mwhglobal.com](http://www.mwhglobal.com)

V ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE CIERRE  
DE MINA DE CERRO CORONA –  
OPTIMIZACIÓN DE OPERACIONES DE  
MINA

Report Description

Sección 6 – Mantenimiento y Monitoreo Post  
Cierre



Prepared for:  
Gold Fields La Cima S.A.

Prepared by:  
MWH PERU S.A.

Proyecto N° 60501154

Revisión	Descripción	Autor	Control de calidad	Revisión Independiente

Preparado por: Liseth Ayuni

Revisado por: Cintya Aguirre

Aprobado por: Henry Solari García  
Gerente de Proyecto

---

### ***Exoneración de Responsabilidad***

*Este documento ha sido elaborado para beneficio del Cliente de conformidad con las prácticas y los estándares aceptados en uso al momento de su elaboración. No se acepta responsabilidad alguna por parte de esta Compañía o por algún empleado o subasesor de esta Compañía con respecto a su uso por parte de terceros.*

*Esta cláusula de exoneración de responsabilidad se aplicará sin perjuicio de que este documento pueda ponerse a disposición de terceros para una solicitud de permiso o aprobación con el fin de cumplir requerimientos legales.*

---

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>6</b>	<b>MANTENIMIENTO Y MONITOREO POST-CIERRE</b>	<b>5</b>
6.1	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO POST – CIERRE	6
6.1.1	<i>Mantenimiento Físico</i>	6
6.1.1.1	Mantenimiento Físico en el tajo abierto y canteras (Tomás, N° 1, Cañería y Cuadratura)	6
6.1.1.2	Mantenimiento Físico en las Instalaciones de Manejo de Residuos, Óxido Mineralizado y Suelo Orgánico	7
6.1.1.3	Mantenimiento Físico en las Instalaciones de Manejo de Agua	10
6.1.1.4	Mantenimiento Físico en Otras Infraestructuras Relacionadas a la Unidad Minera	10
6.1.2	<i>Mantenimiento Geoquímico</i>	11
6.1.2.1	Mantenimiento Geoquímico en el Tajo Abierto	11
6.1.2.2	Mantenimiento Geoquímico en las Pilas de óxido Mineralizado N°1 y N° 2	11
6.1.2.3	Mantenimiento Geoquímico en la Instalación de Manejo de Relaves	11
6.1.2.4	Mantenimiento Geoquímico en los Depósitos de Desmonte	12
6.1.2.5	Mantenimiento Geoquímico en los Depósitos de Suelo Orgánico	12
6.1.2.6	Mantenimiento Geoquímico en las Canteras	12
6.1.3	<i>Mantenimiento Hidrológico</i>	12
6.1.4	<i>Mantenimiento Biológico</i>	13
6.2	ACTIVIDADES DE MONITOREO POST-CIERRE	14
6.2.1	<i>Monitoreo de Estabilidad Física</i>	15
6.2.2	<i>Monitoreo de la Estabilidad Geoquímica</i>	20
6.2.3	<i>Programa de Monitoreo de Calidad de Aguas Superficiales, Efluentes y Aguas Subterráneas</i>	21
6.2.4	<i>Programa de Monitoreo de Calidad de Aire</i>	29
6.2.5	<i>Programa de Monitoreo de Calidad de Suelos</i>	31
6.2.6	<i>Programa de Monitoreo de Calidad de Agua Marina</i>	33
6.2.7	<i>Programa de Monitoreo de Sedimentos Marinos</i>	33
6.2.8	<i>Programa de Monitoreo Biológico</i>	37
6.2.8.1	Monitoreo de Biología Terrestre	37
6.2.8.2	Monitoreo de Biología Acuática	41
6.2.9	<i>Programas de Monitoreo Social</i>	45

## LISTA DE TABLAS

Tabla 6-1	Cronograma de Inspecciones y Mantenimiento del Tajo Abierto y Canteras	7
Tabla 6-2	Cronograma de Inspecciones y Mantenimiento de las Instalaciones de Manejo de Relaves	8
Tabla 6-3	Cronograma de Mantenimiento e Inspecciones de las Instalaciones de Manejo de Agua	10
Tabla 6-4	Cronograma de Inspecciones de Estabilidad Física	16
Tabla 6-5	Cronograma de Monitoreo Post-Cierre de las Instalaciones de Manejo de Agua ...	18
Tabla 6-6	Estaciones de Monitoreo de Calidad de Agua Superficial y Puntos de Control Post-cierre	22

Tabla 6-7	Estaciones de Monitoreo de Calidad de Piezómetros y Manantiales Post-cierre..	26
Tabla 6-8	Programa de Monitoreo Post-Cierre de Calidad de Aire – Instalaciones en Salaverry .....	29
Tabla 6-9	Programa de Monitoreo Post-Cierre de Calidad de Suelos – Instalaciones en Salaverry .....	31
Tabla 6-10	Programa de Monitoreo Post-Cierre de Calidad de Agua Marina –Instalaciones en Salaverry .....	33
Tabla 6-11	Programa de Monitoreo Post-Cierre de Calidad de Sedimentos Marinos – Instalaciones en Salaverry .....	34
Tabla 6-12	Programa de Monitoreo Post-Cierre de Biología Terrestre – Unidad Minera .....	38
Tabla 6-13	Programa de Monitoreo Post-Cierre de Biología Acuática - Unidad Minera .....	41
Tabla 6-14	Programa de Monitoreo Post-Cierre de Biología Marina – Instalaciones en Salaverry .....	42
Tabla 6-15	Monitoreo Social – UM Cerro Corona .....	45
Tabla 6-16	Monitoreo Social –Instalaciones en Salaverry.....	46

## LISTA DE FIGURAS

Figura 6-1	Plan de Monitoreo Geotécnico Post-Cierre en la Unidad Minera.....	19
Figura 6-2	Estaciones de Monitoreo Post-Cierre de Calidad de Agua Superficial y Puntos de Control – Subcuenca del Río Tingo.....	24
Figura 6-3	Estaciones de Monitoreo Post-Cierre de Calidad de Agua Superficial y Puntos de Control – Subcuenca del Río Hualgayoc.....	25
Figura 6-4	Estaciones de Monitoreo Post-Cierre de Calidad de Piezómetros y Manantiales – Unidad Minera .....	28
Figura 6-5	Estaciones de Monitoreo Post-Cierre de Calidad de Aire –Instalaciones en Salaverry .....	30
Figura 6-6	Estaciones de Monitoreo Post-Cierre de Calidad de Suelos –Instalaciones en Salaverry .....	32
Figura 6-7	Estaciones de Monitoreo Post-Cierre de Calidad de Agua Marina –Instalaciones en Salaverry .....	35
Figura 6-8	Estaciones de Monitoreo Post-Cierre de Calidad de Sedimentos Marinos – Instalaciones en Salaverry .....	36
Figura 6-9	Estaciones de Monitoreo Post-Cierre de Biología Terrestre y Acuática – Unidad Minera .....	40
Figura 6-10	Estaciones de Monitoreo Post-Cierre de Biología Marina –Instalaciones en Salaverry .....	44

## APÉNDICES

APÉNDICE F – FICHAS SIAM .....	48
--------------------------------	----

## 6 MANTENIMIENTO Y MONITOREO POST-CIERRE

Esta sección desarrolla el programa de mantenimiento y monitoreo post - cierre diseñado para la presente Actualización del PCM, con la finalidad de verificar que las medidas de rehabilitación hayan sido apropiadamente implementadas, así como promover y verificar la eficacia de las medidas y actividades de cierre.

A fin de cumplir con los objetivos establecidos en la presente Actualización del PCM, el mantenimiento y monitoreo post - cierre, se realizará durante y después del cierre, tomando en consideración que GFLC implementará medidas de cierre diseñadas de tal manera que se requieran trabajos mínimos de mantenimiento.

Según el Reglamento para el Cierre de Minas del MEM (D.S. N° 033-2005-EM, artículo 31°), el monitoreo y el mantenimiento de las instalaciones de minas cerradas en el Perú, deberá continuar durante los primeros cinco años después del cierre, como mínimo. El presente plan de mantenimiento y monitoreo ha contemplado un periodo de cinco (05) años en la mayoría de sus instalaciones, contados a partir de finalizada la etapa de cierre, durante este periodo se realizarán inspecciones periódicas en las instalaciones cerradas, asimismo se realizarán monitoreos de los diferentes componentes ambientales y sociales, para evaluar su comportamiento y asegurar que se estén cumpliendo con los objetivos establecidos.

Cabe destacar que como parte del programa de monitoreo de los recursos hídricos superficiales y subterráneos en la Unidad Minera, GFLC evaluará durante cinco (5) años la calidad de agua mediante monitoreos trimestrales en estaciones de monitoreo representativas; a excepción de las estaciones alrededor del tajo, en las que se ha considerado un periodo de monitoreo igual a once (11) años con una frecuencia semestral, este periodo adicional de monitoreo ha sido considerado tomando en cuenta el periodo más probable previsto de llenado del tajo hasta el nivel 3,670 msnm.

Por otro lado, se tiene previsto que personal de GFLC y/o contratistas, realizarán el monitoreo y el mantenimiento durante las etapas de cierre y post cierre de la mina (por ejemplo mantenimiento de canales de derivación). Asimismo, existen algunas actividades en la Unidad Minera Cerro Corona que serán realizadas hasta los once (11) años como el mantenimiento post-cierre de canales, limpieza de escombros y crecimiento de plantas e inspecciones visuales. No se realizarán actividades hasta los once (11) años en la zona de las instalaciones en Salaverry.

En ese sentido, los principales objetivos del presente programa, son los siguientes:

- Mantenimiento y monitoreo de la estabilidad física y química de las instalaciones sujetas a cierre en la Unidad Minera;
- Monitoreo de la calidad del agua de las filtraciones del depósito de relaves y tajo Cerro Corona en la Unidad Minera; Mantenimiento de los canales de derivación del agua de lluvias en la Unidad Minera;
- Monitoreo del restablecimiento natural de la revegetación en la Unidad Minera Cerro Corona;
- Monitoreo de las evaluaciones de desempeño socio-económico posteriores al cierre;
- Mantenimiento de las medidas de seguridad para evitar el acceso a las áreas peligrosas o sensibles del lugar (tajo abierto)
- Monitoreo de la calidad de suelos, calidad de aguas marinas y biología marina en Salaverry.

Respecto al almacén intermedio e instalaciones de embarque en las instalaciones en Salaverry, GFLC considera el monitoreo de la calidad de aire, ruido ambiental, suelos, calidad de aguas marinas, calidad de sedimentos y biología marina en un solo evento con el objetivo de verificar el cumplimiento de las medidas de cierre contempladas en las instalaciones en Salaverry.

Es importante señalar que dadas las características de las instalaciones en el almacén intermedio y muelle de embarque en las instalaciones en Salaverry y el tipo de actividades de cierre final a realizar, y siendo estas instalaciones de propiedad de un tercero, no se han previsto actividades de mantenimiento post-cierre. Se tiene previsto únicamente la ejecución de actividades de monitoreo post-cierre que serán llevadas a cabo por personal de GFLC y/o contratistas.

## 6.1 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO POST – CIERRE

El programa de mantenimiento post-cierre se ha estructurado de acuerdo al plan de cierre programado de las instalaciones sujetas a cierre de la Unidad Minera Cerro Corona y se ejecutará de acuerdo con los procedimientos internos que GFLC aplica a sus instalaciones durante la fase de operación, las mismas que incluyen:

- Mantenimiento de las áreas rehabilitadas, cuyo principal objetivo será ejecutar trabajos adicionales en las áreas rehabilitadas que requieran ser reparadas o reconstruidas, así mismo registrar la información de campo que permita mejorar las estrategias de cierre;
- Mantenimiento hidrológico, con el fin de asegurar que las características de la calidad de los efluentes generados por GFLC en el área de influencia directa cumplan con los requerimientos legales y corporativos; y
- Mantenimiento biológico, con el propósito de asegurar que las zonas que hayan sido rehabilitadas y revegetadas, alcancen la estabilidad necesaria para que el componente biológico se desarrolle y logre el éxito previsto en el diseño de las medidas de cierre.

Las siguientes secciones describen el plan de mantenimiento que será implementado con respecto a las instalaciones principales en el área de la Unidad Minera:

### 6.1.1 Mantenimiento Físico

#### 6.1.1.1 Mantenimiento Físico en el tajo abierto y canteras (Tomás, N° 1, Cañería y Cuadratura)

El tajo y canteras de la Unidad Minera han sido diseñados bajo ciertas consideraciones a fin de mantener su estabilidad física a largo plazo, incluyendo la etapa de post-cierre. A pesar de ello, la estabilidad de las paredes del tajo y de las canteras Tomás, N° 1, Cañería y Cuadratura serán reevaluadas durante los años finales de operación y la zona potencial de subsidencia o inestabilidad de estas instalaciones previamente estimada será confirmada.

Considerando el diseño del tajo y de las canteras, no se anticipa la realización de un mantenimiento de las paredes de estas instalaciones durante el post-cierre. Sin embargo se realizarán inspecciones visuales de las paredes del tajo y de las canteras Tomás, N° 1, Cañería y Cuadratura; con la finalidad de verificar si éstas han sufrido alguna alteración de las condiciones físicas esperadas. Si éste fuera el caso, se evaluará minuciosamente los efectos del mismo, a fin de evaluar que se sigan cumpliendo con los criterios de cierre.

Por otro lado, se instalará una berma rocosa para prevenir el acceso de personas ajenas al tajo abierto y de las canteras, además se colocarán señales de advertencia informando sobre el peligro de ingreso al área. Al respecto, no se anticipa cambios posteriores en el sistema de barrera de seguridad a implementarse alrededor del tajo. Sin embargo, si durante las inspecciones visuales se reportara el deterioro del enrocado por causa o factores ajenos a los esperados, se procederá al reemplazo o reparación de los tramos afectados. El mantenimiento de las señales de advertencia consistirá en el repintado, el cual será realizado cuando sea necesario. Si durante las inspecciones visuales se identificara la sustracción o daño de alguna de estas señales de advertencia, éstas serán repuestas o reemplazadas inmediatamente.

En cuanto a la ampliación del depósito de desmonte Las Gordas Facilidades Mecheros, como parte de las actividades de mantenimiento en la etapa de post-cierre se ha considerado la inspección visual después de una tormenta importante (mayor al evento de tormenta de 24 horas de 100 años de retorno), de un evento sísmico significativo (mayor al evento sísmico de 500 años de retorno), o como parte de las inspecciones rutinarias programadas (semestral). Asimismo, se ejecutará el mantenimiento de los canales de derivación que consistirá en la limpieza de estos sistemas, lo cual se realizará como cuando sea necesario, de preferencia antes del inicio de la temporada de lluvias; sin embargo, si durante las inspecciones visuales se lograra identificar factores que impidan el flujo u operación normal del canal, éstos serán retirados y/o reparados inmediatamente.

Las inspecciones visuales y trabajos de mantenimiento cuando sean requeridos se realizarán de acuerdo a la frecuencia establecida en la Tabla 6-1, *Cronograma de Inspecciones y Mantenimiento del Tajo Abierto y Canteras*.

Tabla 6-1 Cronograma de Inspecciones y Mantenimiento del Tajo Abierto y Canteras

Actividad	Frecuencia						
	Después de Sismo o Precipitación Extrema	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6-Año 11
Inspecciones visuales paredes del tajo y sistema de barrera	I	S	S	S	S	S	-
Inspección de señales de advertencia	-	T	T	T	T	T	-
Limpieza de escombros y crecimiento de plantas en canales de canteras *	I*	A	A	A	A	A	-
Mantenimiento de canales en canteras*	I*	A	A	A	A	A	-
Mantenimiento de Señales de seguridad	-	A	A	A	A	A	-
Monitoreo Geotécnico y del Nivel de Agua en el Tajo	I	S	S	S	S	S	S
<b>Notas:</b> <b>Frecuencias:</b> S : Semestral T : Trimestral A: Anual I : De inmediato * : En caso de encontrar deterioro o acumulación de escombros en el canal. Actividad a realizar sólo en las canteras (-): No corresponde El cronograma es referencial.							

Asimismo, aunque el diseño del tajo y de las canteras Tomás, N° 1, Cañería y Cuadratura contemplan factores de seguridad aceptables que evitarían cualquier inestabilidad de sus taludes, se han considerado medidas de control en caso que se presentará una expansión en el perímetro de estas instalaciones y desprendimiento de material causado por la inestabilidad del talud. Estas medidas se resumen a continuación:

- Un especialista en análisis de riesgo se hará presente en el área del tajo y canteras con el objeto de evaluar los daños y los efectos en el área y fuera de la misma, en caso los hubiera;
- De ser necesario, se rediseñarán los ángulos del talud del área afectada o se planteará otra medida, considerando la evaluación de estabilidad;
- Se rediseñará la berma de seguridad en el área afectada, si fuera necesario; y,
- Se restaurará hasta lograr condiciones seguras.

#### 6.1.1.2 Mantenimiento Físico en las Instalaciones de Manejo de Residuos, Óxido Mineralizado y Suelo Orgánico

##### Presa y Sistema de Manejo de Relaves

La construcción del depósito de relaves ha tomado en cuenta estándares internacionales con el objetivo de alcanzar su estabilidad física para el cierre en el largo plazo, donde la estabilidad física completa está siendo provista por la construcción de espaldones rígidos y densos de relleno de roca tanto aguas arriba como aguas abajo de la presa, por lo tanto, se espera que la estabilidad de esta instalación no presente cambios significativos a lo largo del tiempo.

Las principales actividades de cierre final, que apuntan a asegurar la estabilidad física del depósito de relaves, serán desarrolladas durante las operaciones y antes de iniciar la etapa de cierre final propiamente dicha. Adicionalmente se han contemplado actividades de cierre complementarias, entre las principales se tienen a las siguientes:



- Implementación de un vertedero de demasias para transportar el agua en exceso de manera segura hasta el río Tingo, el diseño del vertedero se ha considerado para las máximas precipitaciones.
- Revegetación de la playa de relaves no cubierta por el espejo de agua para minimizar la erosión;
- La planta del sistema de tratamiento del efluente de la presa de relaves (TSF) que se implementará para el cumplimiento de los LMP y el cuerpo receptor en la medida de lo posible pueda cumplir los ECAs, permanecerá en funcionamiento después del cierre por un lapso de cinco años o hasta demostrar el cumplimiento de calidad de efluentes requeridos por la autoridad;

Como parte de las actividades de mantenimiento en la etapa de post-cierre, se ha considerado que el espejo de agua será monitoreada y se iniciarán procedimientos de reparación si se observan características de erosión como grietas o depresiones en la presa del depósito de relaves o en el sistema de la cobertura, aspectos que serían identificados durante las inspecciones visuales, las cuales se realizarán de acuerdo al cronograma que se presenta en la Tabla 6-2, *Cronograma de Inspecciones y Mantenimiento de las Instalaciones de Manejo de Relaves*.

**Tabla 6-2 Cronograma de Inspecciones y Mantenimiento de las Instalaciones de Manejo de Relaves**

Actividad	Frecuencia						
	Después de Sismo o Precipitación Extrema	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6- Año 11
Inspecciones Visuales de los Depósitos de Desmonte	I	S	S	S	S	S	-
Inspecciones Visuales de canales de derivación	I	S	S	S	S	S	-
Mantenimiento y calibración de piezómetros	I	A	A	A	A	A	**
Monitoreo de la estabilidad física de los depósitos de desmonte (lectura de piezómetro y mediciones topográficas)	I	A	A	A	A	A	-
Limpieza de escombros y crecimiento de plantas	I*	A	A	A	A	A	-
Mantenimiento de las paredes de los canales	I*	A	A	A	A	A	-
<b>Notas:</b> S Frecuencia semestral A Frecuencia anual I Inmediatamente - no corresponde * sólo en caso de encontrar deterioro o acumulación de escombros en el vertedero ** Se mantendrán operativos sólo por cinco años El cronograma es referencial.							

Se anticipa que los sismógrafos y algunos piezómetros permanecerán operativos durante cinco (05) años después del cierre del depósito de relaves. La instrumentación será inspeccionada y calibrada para garantizar su funcionamiento adecuado. Cualquier equipo reportado en mal estado será reparado rápidamente, de tal manera, que la recolección de datos de monitoreo sea una actividad continua.

Por otro lado, la presa de relaves ha sido diseñada considerando principalmente el análisis de riesgo sísmico, determinando el sismo máximo creíble para el área de la Unidad Minera y la estabilidad física bajo condiciones estáticas y dinámicas; así como otros factores como las precipitaciones máximas en la zona. Es por ello que no se esperan daños en la presa; sin embargo, en el caso que se produjera terremoto y/o precipitaciones extremas, se realizará una inspección minuciosa en el área de manera inmediata, para determinar el grado de afectación y un análisis preliminar de la probabilidad de daño futuro a consecuencia del siniestro.

Si durante la inspección se determinara que el siniestro provocó daños a la presa y/o depósito de relaves, tales como deslizamientos en los taludes, depresiones en el cuerpo de la presa, en otros, se realizará un estudio detallado del daño ocurrido para encontrar la alternativa más adecuada de rehabilitación, dado que estos son problemas complejos y específicos y no pueden darse medidas de control generales para estos.

En cuanto al mantenimiento del sistema de recolección de filtraciones de los LVUs, este consistirá en su limpieza a fin de asegurar que la conducción del caudal esté libre de escombros y/o crecimiento de plantas; la limpieza de estos sistemas se realizará una vez por año, antes del inicio de la temporada de lluvias; sin embargo, si durante las inspecciones visuales, se identificara la presencia de escombros, plantas, grietas, hundimientos en el talud, perforaciones serán reparados inmediatamente.

### **Depósitos de Desmorte**

La construcción de los depósitos de desmorte Las Gordas/Facilidades/Mecheros y Chorro Blanco han considerado cumplir o superar los estándares internacionales de estabilidad física aceptados para el cierre en el largo plazo; sin embargo, la información recopilada en el plan de monitoreo geotécnico durante la etapa de operaciones de la Unidad Minera será considerada para el cierre final de los depósitos de desmorte.

Las actividades de estabilidad física y química para el cierre de los depósitos de desmorte están referidas a la revisión de los aspectos críticos como el sistema de drenaje y el curso de las escorrentías, de forma que se minimice la percolación de agua desde la superficie del desmorte. La construcción de los canales de drenaje para evacuar el agua superficial es de manera segura, los cuales conducirán el agua hasta el depósito de relaves.

Por ello, como parte de las actividades de mantenimiento de los depósitos en la etapa de post-cierre se ha considerado la inspección después de una tormenta importante (mayor al evento de tormenta de 24 horas de 100 años de retorno), de un evento sísmico significativo (mayor al evento sísmico de 500 años de retorno), o como parte de las inspecciones rutinarias programadas (semestral). Aunque no se anticipa el mantenimiento regular de los depósitos de desmorte, medidas ocasionales de mantenimiento pueden ser implementadas de acuerdo a las recomendaciones producto de las inspecciones.

Asimismo, las inspecciones visuales permitirán identificar riesgos potenciales de inestabilidad en los taludes de los depósitos de desmorte. En el caso que se detecten fallas, hundimientos, grietas y/o filtraciones, se realizará una evaluación integral de riesgos asociados con las posibles modalidades de fallo, se identificarán los posibles impactos en el medio ambiente y seguridad, se determinará los parámetros de la falla, se ha considerado la re-nivelación de taludes como medida de remediación, y de ser necesario se rediseñarán los taludes considerando una pendiente menor de ser necesario, se identificará la opción más adecuada de rehabilitación; y, finalmente, se desarrollará estrategias de control para manejar los riesgos identificados.

El mantenimiento de los canales de derivación consistirá en la limpieza de estos sistemas, lo cual se realizará una vez por año, antes del inicio de la temporada de lluvias; sin embargo, si durante las inspecciones visuales se lograra identificar factores que impidan el flujo u operación normal de los canal, éstos serán retirados y/o reparados inmediatamente.

### **Pilas de Óxido Mineralizado**

Las pilas de óxido mineralizados N° 1 y N°2, que se encuentra almacenado serán vendidos o procesados dentro o fuera de la Unidad Minera, por lo cual las actividades de cierre contempla trabajos de revegetación del área donde se ubica la pila de óxidos, razón por la cual no se han considerado actividades de mantenimiento físico para estas instalaciones.

### **Depósitos de Suelo Orgánico**

Se espera que el total del contenido de estos depósitos de suelo orgánico (depósito de suelo orgánico N° N° 2, N° 3, N° 4, N° 5, N° 6, N° 7, N° 8, N° 10 y Andenes (03 en total)), sea utilizado durante las actividades de cierre final (reconformación y revegetación de áreas disturbadas y cierre de canales de coronación); razón por la cual no se han considerado actividades de mantenimiento físico para estas instalaciones.

### 6.1.1.3 Mantenimiento Físico en las Instalaciones de Manejo de Agua

#### Planta de Tratamiento para el Efluente del TSF

El mantenimiento de la planta de tratamiento del TSF consistirá en inspecciones visuales, las cuales serán realizadas dos veces por año. No se considera necesario actividades de mantenimiento de la estabilidad física de estas instalaciones.

#### Otras Infraestructuras para el Manejo de aguas Pluviales

El mantenimiento en el post-cierre de las instalaciones para el manejo de aguas pluviales (tajo, cerro Candela quebrada Corona, depósito de desmonte Las Gordas/Facilidades/Mecheros y Chorro Blanco, depósito de relaves, pila de óxido N° 2, canteras y depósitos de suelo orgánico) consistirá en la limpieza y trabajos necesarios para asegurar su correcta operación, por consiguiente el mantenimiento de los mismos considera la limpieza de escombros, el control de crecimiento de plantas y refacciones de las paredes de los canales, cuando sea necesario. Estas actividades se realizarán una vez por año, antes del inicio de la época de lluvias de acuerdo al cronograma presentado en el Tabla 6-3, *Cronograma de Mantenimiento e Inspecciones de las Instalaciones de Manejo de Agua*. Sin embargo, si durante las inspecciones visuales, las cuales serán realizadas dos veces por año, se identificara la presencia de escombros, crecimiento de plantas, grietas, hundimientos en el talud en la pared de los canales, perforaciones o desgarros en el sistema de revestimiento del canal serán retirados y/o reparados inmediatamente.

**Tabla 6-3 Cronograma de Mantenimiento e Inspecciones de las Instalaciones de Manejo de Agua**

Actividad	Frecuencia						
	Después de Sismo o Precipitación Extrema	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6- Año 11
Inspecciones visuales de la planta de tratamiento del TSF, canales de derivación, aliviaderos y vertederos	I	S	S	S	S	S	-
Limpieza de escombros y crecimiento de plantas**	I*	A	A	A	A	A	A
Mantenimiento de las paredes de los canales y aliviaderos	I*	A	A	A	A	A	A
Notas: S : Frecuencia semestral A : Frecuencia anual I : De inmediato - : no corresponde * sólo en caso de encontrar deterioro o acumulación de escombros en el canal y aliviadero **Solo aplica para componentes como canales de coronación o derivación. Cronograma referencial.							

Asimismo, con el objeto de evaluar las condiciones de las instalaciones de manejo de agua se realizarán inspecciones inmediatamente después de eventos sísmicos significativos y de eventos extremos de precipitación.

### 6.1.1.4 Mantenimiento Físico en Otras Infraestructuras Relacionadas a la Unidad Minera

En general, todas las instalaciones relacionadas a la Unidad Minera serán desmanteladas, posteriormente las áreas en las que fueron construidas dichas instalaciones serán reconformadas y revegetadas, a fin de que retorne el entorno a condiciones similares a las encontradas antes de iniciar las actividades, en la medida de lo posible.

#### Edificios e Infraestructura

El cierre final de la planta de procesos, planta de tratamiento de agua potable, planta de tratamiento del TSF y plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas, contempla la recuperación de los

equipos, desmantelamiento de las estructuras, demolición de las obras civiles y la nivelación del terreno. No se considera necesario actividades de mantenimiento de la estabilidad física de estas instalaciones.

### **Caminos de Acceso**

En relación a los caminos de acceso, se ha previsto que se mantendrán operativos los caminos principales de acceso al área de la Unidad Minera y los caminos de acceso a las instalaciones de monitoreo. En ambos casos, la estabilidad física será asegurada mediante la estabilidad de los taludes de corte y relleno, y la implementación de la infraestructura necesaria para el drenaje y evacuación de las aguas superficiales.

El mantenimiento de los accesos operativos se realizará con el objetivo de poder transitarlos de forma segura, e incluye la limpieza de escombros y plantas que hayan crecido en las cunetas una vez por año durante el periodo de monitoreo.

### **Servicios de Alojamiento y Otras Infraestructuras para Uso de los Trabajadores**

Las instalaciones designadas para el alojamiento y comedores de trabajadores serán desmanteladas una vez que culmine la etapa de cierre. Posteriormente, esta área será revegetada, por lo cual no se ha considerado actividades de mantenimiento para estas instalaciones.

## **6.1.2 Mantenimiento Geoquímico**

El objetivo general del mantenimiento geoquímico después del cierre de la Unidad Minera, es el de minimizar y/o eliminar la formación de Drenaje Ácido de Roca (DAR), en caso lo hubiere. Las medidas de mitigación adoptadas para el cierre, consideran actividades que reduzcan y/o eliminen la formación de DAR.

### **6.1.2.1 Mantenimiento Geoquímico en el Tajo Abierto**

Una de las principales medidas a implementar durante el cierre final del tajo será el empleo de sistemas de coberturas húmedas, asimismo la presente actualización del PCM contempla la inundación final del tajo y la formación de una laguna (pit lake). Para conocer las características que presentará el lago, se actualizó el Estudio hidrogeológico y modelamiento numérico de las aguas subterráneas de la Unidad Minera Cerro Corona (MWH, 2014). Asimismo, el modelo desarrollado para predecir la calidad del agua en el lago, indica que en ausencia de medidas de mitigación, el agua de tajo será ácido y contendrá concentraciones de metales, así como elevados niveles de sulfatos tal como se describe en la Sección 5.3.4.2, Estabilización geoquímica del tajo Cerro Corona durante el cierre Final. La medida de mitigación a considerar será la de adicionar suficiente cal hidratada para neutralizar la acidez derivada de las paredes de la mina. Se predice que la adición de cal elevará el valor del pH de la pre-descarga del lago hasta aproximadamente 8 u.e. y disminuirá la concentración de metales disueltos hasta niveles por debajo de límites aplicables para descargas, en todos los metales.

Asimismo, según el estudio hidrogeológico se considera el llenado del tajo abierto hasta alcanzar el nivel 3,700, formando un lago en el tajo (pit lake Cerro Corona) en un lapso de once años.

### **6.1.2.2 Mantenimiento Geoquímico en las Pilas de óxido Mineralizado N° 1 y N° 2**

Debido a que no se espera generación de DAR en el área donde se ubica las pilas de óxido mineralizado N° 1 y N° 2 no se establecerá mantenimiento geoquímico.

### **6.1.2.3 Mantenimiento Geoquímico en la Instalación de Manejo de Relaves**

El depósito de relaves contendrá dos (02) tipos de relaves (RRS "relaves rougher scavenger" relave relativamente benigno y el RCS "relaves cleaner scavenger", relave con alto potencial de generación de ácido), que tienen distintas propiedades químicas, las cuales han sido descritas en la Sección 2.3.1.7, Características Geoquímicas de los Materiales de la Presa de relaves. Para el cierre del depósito de relaves, se ha previsto disponer el RRS, formando una playa expuesta al aire la cual será cubierta y revegetada al final de las operaciones, y disponer el RCS de manera sumergida y mantenerlo bajo agua para prevenir su oxidación. La disposición subacuática de los relaves RCS (poza de agua recuperada), que se mantendrá durante la etapa de cierre y post- cierre, logrará evitar la generación de drenaje

ácido en dicha zona. Adicionalmente, se implementarán un sistema de coberturas en la zona de la playa del depósito de relaves y posteriormente serán revegetadas con especies de la zona y/o especies introducidas.

La planta de tratamiento del TSF a implementarse para el cumplimiento de los LMP, seguirá operando en un periodo de 5 años posterior al cierre para garantizar el tratamiento del agua proveniente del depósito de relaves, tiempo en el que se espera cumplir con la normatividad ambiental vigente. Se establecerá un monitoreo de filtraciones (calidad de agua) que incluye aseguramiento y control de la calidad.

De ser éste el caso, los LVUs diseñados para interceptar las filtraciones provenientes del depósito de relaves antes que lleguen al río Tingo serán mantenidas con el objeto de realizar el tratamiento del agua después de concluidas las operaciones. Sin embargo, se debe tener presente que durante la etapa de post – cierre, las medidas señaladas anteriormente (planta de tratamiento del TSF y LVUs) permitirán que el depósito de relaves sea estable químicamente en el corto y largo plazo, razón por la cual, no se ha previsto un mantenimiento geoquímico post-cierre en dicha instalación.

#### 6.1.2.4 Mantenimiento Geoquímico en los Depósitos de Desmorte

El mantenimiento de los depósitos de desmorte (Las Gordas/Facilidades/Mecheros y Chorro Blanco) incluye la instalación de una cobertura seca que minimice las infiltraciones hacia el desmorte, y conformación del mismo con pendientes adecuadas que faciliten el drenaje de aguas superficiales. Los detalles de las actividades de cierre de los depósitos de desmorte se describen en la Sección 5.3.4.3, Estabilización Geoquímica de los Depósitos de Desmorte durante el Cierre Final.

Durante el periodo de mantenimiento y monitoreo post-cierre se revisará el sistema de drenaje superficial para detectar infiltración de agua y, de detectarlo, tomar las medidas que permitan reducirla significativamente. De esta manera, el agua solo discurrirá de manera superficial, sin permanecer mucho tiempo en contacto con el material depositado. Asimismo, el drenaje del depósito de desmorte fluirá a la poza de agua recuperada del depósito de relaves y se mezclará con las soluciones sobrenadantes. El agua en exceso que se acumule en el depósito de relaves será tratada antes de su descargar al río Tingo, la calidad del agua deberá cumplir con los límites máximos permisibles vigentes.

El diseño de los depósitos de desmorte contempla la instalación de un sistema de tuberías perforadas para el drenaje en la parte inferior del depósitos, que descargarán en canales de derivación perimétricos. El caudal del agua descargada de estos drenes serán medidos para evaluar la percolación a través de la cobertura; asimismo, se efectuarán monitoreos para evaluar la calidad del agua descargada. Se prevé que, la cobertura seca junto con la caliza como desmorte permitirá que el depósito sea estable químicamente en el corto y largo plazo; razón por la cual, no se ha previsto un mantenimiento geoquímico de post-cierre en los depósitos de desmorte.

#### 6.1.2.5 Mantenimiento Geoquímico en los Depósitos de Suelo Orgánico

En el caso de los depósitos de suelo orgánico, se espera que su contenido sea utilizado completamente durante las actividades de cierre final (reconformación y revegetación). Por consiguiente, no se han considerado medidas de mantenimiento de estabilización química.

#### 6.1.2.6 Mantenimiento Geoquímico en las Canteras

Dado que el tipo de material de las paredes de las canteras no son generadores de drenaje ácido, no se ha previsto un mantenimiento geoquímico de post-cierre en las canteras.

### 6.1.3 Mantenimiento Hidrológico

Para determinar las instalaciones de manejo de agua se evaluaron los recursos hídricos que se producen por la precipitación pluvial, que cae en las microcuencas y aportan agua por escorrentía a las áreas de la Unidad Minera y que posterior al cierre requerirán obras hidráulicas para su evacuación segura. Asimismo, para el diseño de la infraestructura hidráulica se ha considerado como factor importante asegurar la estabilidad física y geoquímica de las áreas involucradas.

Las instalaciones de manejo de agua consideradas para el post-cierre son:

- **Área del tajo:**
  - Manejo de las aguas cuando se supere el nivel 3,700 msnm.
- **Depósito de Relaves:**
  - Vertedero de demasías, para transportar el agua en exceso de manera segura hasta el río Tingo.
  - Sistema de recolección de filtraciones mediante los LVUs.
  - Tratamiento de las aguas en exceso en la planta de tratamiento del TSF por un lapso de cinco años según evaluación.
- **Áreas de desmonte (Las Gordas/Facilidades/Mecheros y Chorro Blanco):**
  - Canales de drenaje sobre la parte superior del depósito, zona central y al pie de cada depósito de desmonte.
- **Accesos:**
  - Cunetas en los accesos, cuando sea necesario.

Por otro lado, debido a que en la zona de las pilas de óxido mineralizado N° 1 y N° 2 se aplicará un programa de revegetación, no será necesario establecer un mantenimiento y monitoreo hidrológico post-cierre en esta zona.

El mantenimiento del sistema de manejo de agua post-cierre consistirá en asegurar su correcta operación, por consiguiente contempla como principales actividades la limpieza de escombros, el control de crecimiento de plantas, y refacciones de las paredes de los canales de derivación, aliviaderos, vertederos y cunetas. Estas actividades se realizarán una vez por año, antes del inicio de la época de lluvias de acuerdo al cronograma presentado en la Tabla 6-3, *Cronograma de Mantenimiento e Inspecciones de las Instalaciones de Manejo de Agua*. Sin embargo, se realizarán inspecciones visuales, con el fin de identificar la presencia de escombros, crecimiento de plantas, grietas, hundimientos en el talud en la pared de los canales, perforaciones o desgarros en el sistema de revestimiento del canal, los cuales serán retirados y/o reparados inmediatamente.

Asimismo, se realizarán inspecciones inmediatamente después de eventos sísmicos significativos y de eventos extremos de precipitación.

#### 6.1.4 Mantenimiento Biológico

En el post-cierre, las áreas rehabilitadas estarán sujetas a condiciones de mantenimiento y cuidado pasivo y activo. El mantenimiento biológico, conjuntamente con el monitoreo biológico, evaluará el éxito de los trabajos de rehabilitación realizados y permitirá establecer adecuaciones y ajustes que se consideren necesarias. Este programa se llevará a cabo durante cinco años, y servirá para consolidar las experiencias reales in-situ en lo que respecta a la rehabilitación y revegetación.

Es importante señalar que se ha considerado un Monitoreo Biológico Post-Cierre (ver Sección 6.2.9, Monitoreo Biológico) cuyo objetivo es obtener información de las tendencias poblacionales, así como identificar la necesidad de la aplicación de medidas adicionales con el fin de preservar la biodiversidad. Estas actividades incluirán el monitoreo de las áreas rehabilitadas para asegurar que estas áreas provean el hábitat adecuado para el sostenimiento de la flora y fauna nativa.

El plan de revegetación propone la revegetación asistida con un mantenimiento activo y luego la auto-sostenibilidad natural. Por consiguiente, toda el área a ser revegetada consistirá en revegetación asistida (ver Figura 5-6, Tipos de Coberturas). Se estima que la siembra y replantación produzcan plantas con sistemas de raíces establecidos a una densidad y distribución adecuada a los siete meses. Se prevé la recolonización natural de las poblaciones de fauna silvestre en las áreas rehabilitadas mediante las actividades de revegetación y la preservación de los hábitats naturales, las cuales proporcionarán un hábitat adecuado para las especies del área de desarrollo. Adicionalmente, al finalizar las operaciones

de la Unidad Minera, los impactos de ruido, movimiento de maquinaria y actividades antropogénicas relacionadas a las labores mineras cesarán, promoviendo el reingreso de la fauna al área rehabilitada.

Para asegurar el éxito de las medidas de revegetación, la supervisión de las áreas revegetadas será necesaria, para así evitar el sobrepastoreo y alteraciones, especialmente durante las etapas iniciales de revegetación. Estará prohibido durante el primer año el acceso de terceros y animales silvestres y domésticos, especialmente ganado, a las áreas revegetadas. Los vigilantes recorrerán el perímetro de las zonas rehabilitadas y revegetadas. Las inspecciones visuales se realizarán mensualmente durante los seis meses subsiguientes y luego semestralmente hasta el año 5. Los vigilantes elaborarán un reporte semestral sobre cualquier ingreso, observación u otro incidente. El acceso a las áreas revegetadas se permitirá cuando por lo menos el 60% del terreno presenta cobertura vegetal exitosa y sea viable.

Se evaluará las condiciones y coloración de las hojas, especialmente de las especies foráneas, la cual indica el estado nutricional y la falta de ciertos macronutrientes.

Si se observa una de estas condiciones durante las inspecciones, se reportará para tomar las medidas necesarias como la adición de fertilizantes que contengan el macronutriente deficiente. También se observará la presencia de malas hierbas y la potencial competencia de las especies foráneas con las especies nativas. En relación al control de malas hierbas y especies foráneas, las posibles medidas, en caso lo amerite, comprenden el uso de mecanismos de control biológico, químicos (biodegradables y específicos) o mecánico (desmalezado).

Se realizará el trasplante de vegetación para ciertas especies candidatas, como lo son *Polylepís racemosa*, *Nicotiana thyrsoiflora*, *Lupinus sp*, *Budleja incana*, *Puya fastuosa*, *Cetico sp*, durante las actividades de revegetación. Si el plan de revegetación no presenta resultados adecuados a los siete meses, se iniciará el trasplante de plántones adicionales de especies nativas para lograr una cobertura vegetal mayor del área y evitar la erosión. La metodología referencial del trasplante de vegetación está presentada en la Sección 5.3.7, Plan de Revegetación Durante el Cierre Final.

Para el caso de la erosión, no se prevé medidas de control ya que la revegetación en las áreas de la Unidad Minera, especialmente de especies de pastos foráneos, mitigará la erosión tanto eólica como hídrica.

Las vías de acceso en el área de la Unidad Minera serán reconfiguradas y revegetadas durante las actividades del plan de revegetación de post-cierre. Por lo tanto, no se prevé la necesidad de estructuras de control de acceso.

## 6.2 ACTIVIDADES DE MONITOREO POST-CIERRE

El programa de monitoreo post-cierre se iniciará inmediatamente después de concluidas las actividades de cierre y se mantendrá activa como mínimo durante los cinco años posteriores al cierre en la zona de la Unidad Minera y se realizará un monitoreo único en la zona de las instalaciones en Salaverry una vez concluidas las actividades de cierre en dicha zona.

Se ha considerado que los primeros cinco años, GFLC presentará los resultados de monitoreo semestralmente al MEM. Al final de los cinco años, el MEM efectuará una revisión final de los resultados y determinará si el área de la Unidad Minera cumple con los objetivos de cierre y autorizará la liberación de cualquier obligación de cierre remanente, en el caso de corresponder. En el caso que el periodo de cierre sea mayor a cinco años (como en el caso del tajo Cerro Corona donde el llenado del pit lake será durante once años) se continuarán realizando monitoreos durante este lapso de tiempo adicional en aquellos aspectos influenciados por dicha instalación. Para el caso del almacén intermedio e instalaciones del embarque en Salaverry el lapso de cumplimiento de los objetivos de cierre será en un plazo menor de cinco años por lo que se coordinaría con el MEM la verificación de dicho cumplimiento.

El monitoreo post-cierre en la Unidad Minera consistirá principalmente en el seguimiento, supervisión y monitoreo de la estabilidad física y química de las instalaciones sujetas a cierre, evaluación de la calidad del agua y biología terrestre y acuática. En tanto que en la zona de las instalaciones en Salaverry se realizará la evaluación de la calidad del agua y sedimentos marinos, suelos, calidad de aire y biología marina. En ambas zonas se evaluarán los elementos relacionados con los aspectos sociales.

Por lo tanto, la evaluación durante el monitoreo post-cierre estará enfocado principalmente en:

- Lograr que las paredes y taludes del tajo, depósitos de desmonte, depósito de relaves y canteras sean estables a lo largo del tiempo;
- El manejo y tratamiento del agua superficial y subterránea en las áreas rehabilitadas, logrando que el agua sea de buena calidad antes de su descarga al ambiente;
- Monitorear el éxito de la rehabilitación de las áreas que se utilizaron en la operación minera, con la finalidad de integrarlas progresivamente al entorno o ecosistema local y realizar el mantenimiento a largo plazo cuando éste sea requerido;
- Que las áreas utilizadas en la operación adopten un aspecto similar al paisaje que existía antes de los trabajos en la Unidad Minera, salvo en el caso de las paredes del tajo, canteras y otros componentes;
- Que se vuelva a generar espacios que permitan el establecimiento de especies de flora nativa y la presencia de especies de fauna silvestre; y
- El cumplimiento de lo establecido en la ley peruana, normas vigentes nacionales e internacionales.

Uno de los aspectos más relevantes en cuanto al programa de monitoreo post-cierre es la calidad del agua de la Unidad Minera, debido a que se ha considerado un monitoreo por un periodo de cinco años con una frecuencia trimestral; sin embargo, a partir del año seis la calidad del agua se continuará monitoreando solo en las estaciones de monitoreo que tengan relación o influencia con el tajo por un periodo de seis años adicionales con una frecuencia de muestreo semestral.

Respecto al programa de monitoreo del almacén intermedio e instalaciones de embarque en Salaverry, se ha considerado un único monitoreo una vez concluida las actividades de cierre. Los componentes ambientales considerados serán calidad de suelos, agua marina, sedimentos marinos y biología marina.

Los resultados del monitoreo serán de gran utilidad para determinar el éxito de las estrategias de cierre aplicadas para un área rehabilitada. Se puede determinar que las áreas rehabilitadas son estables y no requieren de actividades de mantenimiento post-cierre luego de haber confirmado y validado el éxito del cierre a través de las mediciones. Los resultados de los monitoreos serán presentados a la entidad reguladora (MEM), de acuerdo a lo estipulado en la normativa vigente..

A continuación se detalla los programas de monitoreo establecidos como parte del presente PCM:

### 6.2.1 Monitoreo de Estabilidad Física

El monitoreo geotécnico verificará la estabilidad física de las paredes del tajo, los taludes del depósito de desmonte Las Gordas Facilidades Mecheros y la berma situada alrededor del tajo. Asimismo, este monitoreo está referido a la evaluación de las condiciones geotécnicas de las instalaciones que fueron rehabilitadas durante el periodo de cierre, con el objeto de revisar que las consideraciones geotécnicas se mantengan estables físicamente en el tiempo y que no presenten riesgos de asentamientos o desplazamientos del terreno.

Las actividades estarán referidas a la realización de inspecciones visuales como parte del Programa de Monitoreo. De ser el caso, el especialista determinará los parámetros de la falla a fin de plantear estrategias de control y manejar adecuadamente los riesgos identificados.

Asimismo, como parte de las actividades del monitoreo de estabilidad física, está lo referido a las inspecciones visuales, las cuales serán realizadas de acuerdo a la frecuencia que se presenta en la Tabla 6-4, *Cronograma de Inspecciones de Estabilidad Física*, estas inspecciones se realizarán semestralmente..



Tabla 6-4 Cronograma de Inspecciones de Estabilidad Física

Actividad	Frecuencia					
	Después de Sismo o Precipitación Extrema	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Tajo (*)	I	S	S	S	S	S
Canteras	I	S	S	S	S	S
Presa de relaves	I	S	S	S	S	S
Depósitos de Desmonte	I	S	S	S	S	S
Notas: S : Frecuencia semestral I : De inmediato (*) Las inspecciones geotécnicas en el tajo continuarán hasta el año 11 con una frecuencia anual. Cronograma referencial.						

Para el caso en el que se presentara un sismo, se realizará una inspección inmediata a las instalaciones del tajo, presa de relaves y depósitos de desmonte, con el fin de evaluar los riesgos, identificar los posibles impactos al medio ambiente, salud y seguridad.

#### 6.2.1.1 Monitoreo Geotécnico en el Tajo Abierto y Canteras

Los accesos al tajo abierto y canteras serán restringidos después del cierre. Se realizarán inspecciones visuales dos veces al año y después de eventos sísmicos significativos y de eventos extremos de precipitación. Las inspecciones visuales rutinarias del tajo abierto y canteras permitirán identificar:

- Expansiones y/o fallas del tajo y canteras;
- Grietas significativas en el área restringida entre la cresta del tajo, canteras y las bermas;
- Condición de las bermas;
- Identificación de deslizamientos que podrían provocar descargas de agua;
- Condiciones de las señales de advertencia; y
- Se controlará el desplazamiento de las paredes del tajo o de las canteras mediante instrumentos topográficos.

Como información referencial, se tiene que los hitos de control topográfico se ubicarán en el perímetro del tajo, donde la separación entre los puntos sería de 100 a 125 m entre sí, resultando 18 puntos de control topográfico en total. De forma similar se instalarán hitos de control topográfico alrededor de cada una de las canteras con la misma distancia de separación. Este monitoreo será ejecutado por un lapso de cinco años, después ello sólo permanecerán aquellos hitos donde se halla identificado zonas blandas o de potenciales derrumbes. Asimismo, se contará con dos piezómetros y un punto de monitoreo del nivel de agua en el pit lake.

#### 6.2.1.2 Monitoreo Geotécnico en la Instalación de Manejo de Relaves

El monitoreo consistirá en inspecciones visuales del depósito de relaves dos veces por año (semestrales), y se continuará registrando mediante la instrumentación instalada en la presa durante el periodo operativo (hitos topográficos, sismógrafo y piezómetros), además se ha considerado incorporar un punto de medición de nivel en el espejo de aguas en el depósito de relaves y dos puntos de control de filtraciones al pie de la presa. La ubicación de cada una de estos instrumentos de medición se puede apreciar en la Figura 6-1, *Plan de Monitoreo Geotécnico Post-Cierre en la Unidad Minera*.

Se efectuará el monitoreo/inspecciones semestrales en la presa de relaves y en las instalaciones de transporte de agua, durante cinco años posteriores al cierre. Las frecuencias detalladas del monitoreo se determinarán en base a las condiciones que se observen en el momento. Todo el depósito de relaves será inspeccionado inmediatamente después de cualquier evento sísmico o eventos extremos de precipitación. En las inspecciones visuales rutinarias, se considerarán los siguientes parámetros:

- Invasión del ancho mínimo de playa;
- Invasión del borde libre,
- Asentamiento de la cresta,
- Posibilidad de obstrucción del vertedero de demasias,
- Aparición de grietas longitudinales o transversales en la cresta de la presa,

- Erosión en los contactos talud-estribo,
- Desmoronamiento en el talud de la presa; y,
- Erosión por filtración.

Por otro lado, el monitoreo de la estabilidad física de la presa de relaves considerará los siguientes parámetros:

- Presión de agua, debido a que las presiones de poro en la fundación o cuerpo de la presa tienen una influencia directa en la estabilidad de la misma. De esta manera también se evaluará el comportamiento de la cortina de inyecciones, los filtros y drenes. La medición se realizará mediante piezómetros instalados en zonas críticas aguas arriba y aguas abajo del núcleo impermeable (ver Figura 6-1, *Plan de Monitoreo Geotécnico Post-Cierre en la Unidad Minera*).
- Filtración, debido a que un incremento de ésta a través de la presa puede indicar problemas graves en los elementos de control de filtración de la presa (cortina de inyecciones y núcleo impermeable). La medición se realizará mediante vertederos u otro método apropiado. Adicionalmente se deberá monitorear la turbidez de las filtraciones existentes, ya que estas indican si se está produciendo arrastre de materiales finos en el interior de la presa.
- Niveles del espejo de agua, dado que una variación brusca en el nivel puede indicar un aumento de la filtración a través de la presa. La medición se realizará mediante miras graduadas u otro método apropiado.
- Actividad sísmica, debido a que ésta puede causar deformaciones excesivas y grietas en el cuerpo de la presa que lleven a una falla grave. La medición se realizará mediante un sismógrafo, el cual medirá principalmente la aceleración pico, período predominante y duración del movimiento fuerte.
- Movimientos horizontales y verticales, dado que dichos movimientos pueden causar grietas y deslizamientos en la presa. La medición se realizará mediante mediciones topográficas, medidores de inclinación en los taludes u otros métodos apropiados.
- Se estima que las lecturas de los piezómetros y sismógrafos se efectuarán semestralmente durante un periodo de 5 años contados desde el cierre; sin embargo, puede requerirse una medición más seguida si ocurren cambios significativos en el nivel del espejo de agua, si ocurren deformaciones importantes en la presa y luego de actividades sísmicas. Después de los 5 años, se ha considerado monitorear después de cualquier evento sísmico o eventos extremos de precipitación.

### 6.2.1.3 Monitoreo Geotécnico en los Depósitos de Desmorte

Se realizarán inspecciones visuales de los depósitos de desmorte (Las Gordas/Facilidades/Mecheros y Chorro Blanco) dos veces al año (semestrales), para verificar la integridad de los taludes. También se efectuarán inspecciones después de eventos sísmicos significativos y de eventos extremos de precipitaciones, el objeto de las inspecciones visuales será identificar:

- Desprendimientos;
- Filtraciones y rajaduras;
- Grietas de tensión; y/o
- Grandes hondonadas generadas por la erosión.

En caso se observara señales de inestabilidad se procederá a realizar estudios para determinar sus causas y se rediseñará el talud del depósito de desmorte en el área afectada y alrededor de él. Si, las inspecciones visuales y los resultados de estudios señalan un problema de inestabilidad serio, se evaluará la necesidad de evacuar áreas que podrían ser afectadas.

La estabilidad física de los depósitos de desmorte será monitoreada mediante los siguientes parámetros:

- Presión de agua, debido a que las presiones de poro en el terraplén tienen una influencia directa en la estabilidad de la misma. La medición se realizará mediante piezómetros instalados al pie del talud, la ubicación de los piezómetros se muestra en la Figura 6-1, *Plan de Monitoreo Geotécnico Post-Cierre en la Unidad Minera*.

- Movimientos horizontales y verticales, dado que dichos movimientos pueden causar grietas y deslizamientos en el terraplén. La medición se realizará mediante mediciones topográficas, medidores de inclinación en los taludes u otros métodos apropiados.

Se estima que las lecturas de los piezómetros y las mediciones topográficas se efectuarán trimestralmente durante un periodo de 5 años contados a partir del cierre de la operación; sin embargo, puede requerirse una medición más seguida si ocurren cambios significativos en la intensidad y frecuencia de las precipitaciones, si ocurren deformaciones importantes en las paredes de los depósitos de desmonte y luego de actividades sísmicas.

#### 6.2.1.4 Monitoreo Geotécnico en las Instalaciones de Manejo de Agua

Las instalaciones de manejo de agua estarán sujetas a un plan de monitoreo post-cierre, el cual consistirá en las inspecciones visuales semestrales, lo que permitirá identificar presencia de escombros, crecimiento de plantas o cualquier daño en la infraestructura de los canales de derivación y vertederos para su corrección inmediata. La frecuencia de dicho monitoreo se puede apreciar en la Tabla 6-5, *Cronograma de Monitoreo Post Cierre de las Instalaciones de Manejo de Agua*.

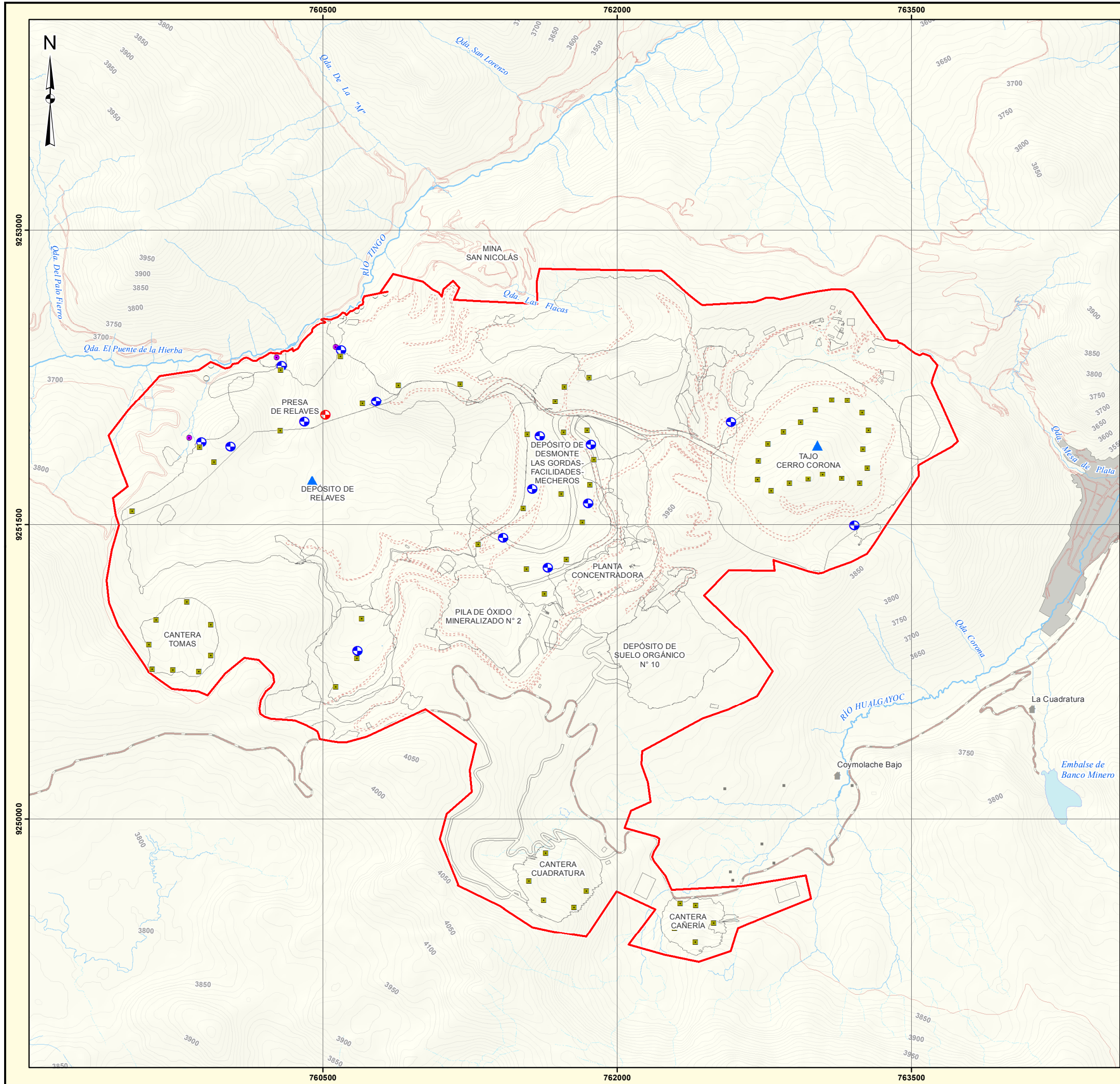
**Tabla 6-5 Cronograma de Monitoreo Post-Cierre de las Instalaciones de Manejo de Agua**

Actividad	Frecuencia						
	Después de Sismo o Precipitación Extrema	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6-Año 11
Inspecciones visuales canales de derivación, vertederos	I	S	S	S	S	S	A
<b>Notas:</b> S : Frecuencia semestral A : Frecuencia anual I : De inmediato Cronograma referencial.							

Una vez concluida la inspección, el personal encargado deberá elaborar un informe sobre los resultados de la supervisión describiendo el estado en el que se encuentran las instalaciones de manejo de agua.


Asimismo, se realizarán inspecciones inmediatamente después de eventos sísmicos significativos y de eventos extremos de precipitación. Posterior a la inspección, el personal encargado elaborará un reporte de lo observado en el campo, registrando la fecha, identificación del canal inspeccionado, detalle del tipo de escombro, grietas y/o hundimiento en el talud de la pared del canal encontrado, determinando la progresiva del canal. Asimismo, se informará la gravedad del hallazgo y sus recomendaciones. Los reportes serán entregados al personal encargado del mantenimiento para su conocimiento e implementación de las medidas correctivas en caso de ser necesario.

A continuación se presenta, la Figura 6-1, *Plan de Monitoreo Geotécnico Post-Cierre en la Unidad Minera*, se debe considerar, que la ubicación de los puntos de monitoreo geotécnico son referenciales y pueden ser reubicados posteriormente.



**SIMBOLOGÍA**

■ LOCALIDADES	CURVAS DE NIVEL (msnm)
■ PREDIOS CERCANOS AL PROYECTO	~ PRINCIPAL
■ ÁREA URBANA	~ SECUNDARIA
■ ÁREA EFECTIVA APROBADA	VÍAS
■ INSTALACIONES SUJETAS A CIERRE	... CAMINOS INTERNOS
■ MONITOREO GEOTÉCNICO POST-CIERRE	... CAMINOS VECINALES
● FILTRACIONES	... VÍAS PRINCIPALES
■ GEOTECNIA; HITOS	... CURSOS Y CUERPOS DE AGUA
▲ NIVEL DE ESPEJO DE AGUA	... RÍOS Y QUEBRADAS PERMANENTES
● PIEZÓMETROS	... QUEBRADAS ESTACIONALES
● SISMÓGRAFO	... LAGUNAS

  
**HENRY MANUEL SOLARI GARCIA**  
 INGENIERO QUIMICO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 62474



1	FINAL	MARZO 2017	O. CANDIA	A. MUÑOZ	HENRY SOLARI
REV. N°	REVISIONES	FECHA	DISENO	GIS	REVISADO Y FIRMADO



PROYECTO:  
**V ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE CIERRE DE MINA DE CERRO CORONA-OPTIMIZACIÓN DE OPERACIONES DE MINA**

TÍTULO:  
**PLAN DE MONITOREO GEOTÉCNICO POST-CIERRE EN LA UNIDAD MINERA**

PROYECCIÓN: UTM      DATUM: WGS84 ZONA 17 SUR

FUENTE: GFLC, MWH, INEL, IGN      ESCALA: 1:20,000      FIGURA N° **6-1**



Figura 6-1 Plan de Monitoreo Geotécnico Post-Cierre en la Unidad Minera.mxd

## 6.2.2 Monitoreo de la Estabilidad Geoquímica

El plan de monitoreo post-cierre relacionado a la estabilidad geoquímica respecto de cada instalación vinculada al recurso hídrico, permitirá comprobar y verificar la eficacia de las medidas de cierre propuestas en el presente PCM.

Con el objeto de caracterizar la calidad de agua superficial luego del cierre, se ha estimado monitorear todos los cursos de agua considerados dentro del área de influencia de la Unidad Minera; es decir, se tomarán muestras de agua superficial y subterránea que tengan relación con el tajo abierto, el depósito de relaves y los depósitos de desmonte. El periodo de monitoreo post-cierre se ha estimado en once (11) años en aquellos puntos relacionados al tajo, los cinco (05) primeros años consistirá de monitoreos trimestrales, si la calidad del agua no muestra variaciones y cumple con los requerimientos legales, se procederá a reducir la frecuencia de monitoreo, considerando una frecuencia anual, hasta cumplir con los once años, esto se realizará previa evaluación y aprobación del MEM. En cuanto a los parámetros a monitorear, si los resultados demuestran que algunos parámetros monitoreados no resultan ser problemáticos dejarán de ser analizados enfocándose sólo en aquellos parámetros que resulten de interés.

Es importante señalar que de acuerdo a los resultados analíticos de la calidad de agua del lago de tajo que se vayan obteniendo, y considerando que el lago del tajo se formará en once años, periodo que coincide con el Plan de Monitoreo Post-cierre, se evaluará la necesidad de monitorear por un periodo adicional la descarga que se producirá desde el lago del tajo.

Como parte del programa de monitoreo, está el controlar la calidad de las filtraciones provenientes desde el TSF, para lo cual se usarán las estaciones consideradas para la medición de caudales en las LVUs, tal como se describirá en la Sección 6.2.3, Programa de Monitoreo de Calidad de Aguas Superficiales, Puntos de Control y Calidad de Aguas Subterráneas.

Es importante señalar que de acuerdo a los resultados analíticos de la calidad de las filtraciones provenientes del TSF y capturadas en las LVUs que se vayan obteniendo, se evaluará la necesidad de monitorear por un periodo adicional la descarga que se producirá desde las LVUs o reducir el periodo de once (11) años considerados en el presente PCM.

### 6.2.2.1 Monitoreo de la Estabilidad Geoquímica en el Tajo Abierto

Dentro del Plan de Monitoreo Post-cierre se ha considerado monitorear la calidad de agua del tajo, inmediatamente después del inicio del proceso de inundación del tajo, con el objeto de caracterizar su calidad en forma progresiva y evaluar el comportamiento de los diversos parámetros durante el llenado. Dicha información permitirá evaluar el pronóstico de calidad del agua superficial del tajo a medida que se vaya llenando y la eficiencia de la adición de la cal. Posteriormente, luego que el tajo haya sido llenado hasta el nivel establecido en el modelo hídrológico (lo cual se estima en 11 años), si el comportamiento de la calidad de agua del lago de tajo es variable, se evaluará la posibilidad de considerar un periodo adicional de monitoreo, para garantizar que el agua de descarga sea de buena calidad.

### 6.2.2.2 Monitoreo de la Estabilidad Geoquímica en el Depósito de Relaves

Como se ha descrito en la Sección 5, Actividades de Cierre, para el cierre del depósito de relaves, se ha previsto mantener un espejo de agua en la parte central del depósito hasta los once (11) años para prevenir la oxidación del relave. Una cobertura de agua es un sistema complejo y dinámico en el que varios procesos interdependientes tienen impacto sobre su efectividad y calidad tales como el movimiento del agua, proceso de transporte de oxígeno, resuspensión de partículas, disolución de minerales, entre otros. Considerando los factores mencionados, se ha incluido en el plan de monitoreo las siguientes actividades o controles:

- Desarrollo de balance de agua post-cierre, en él se medirán parámetros hidrológicos (precipitación, caudales, evaporación, ingresos y salidas) y meteorológicos (velocidad y dirección del viento, temperatura y humedad relativa). Se registrarán los flujos que ingresan al depósito de relaves durante el post-cierre y su efecto en el balance y calidad de agua del espejo de agua;

- Medición de sólidos suspendidos en el agua, dado que el mecanismo de resuspensión de partículas merece especial atención, lo que permitirá verificar si el diseño de la altura de la cobertura de agua es apropiada;
- Monitoreo del agua de cobertura, efluente y el agua subterránea, con el objeto de determinar su calidad y su influencia aguas abajo en el río Tingo, principalmente debido a la liberación de ácido y metales al ambiente sub-acuático. El Programa de Monitoreo de Agua describe las estaciones y parámetros de monitoreo (ver Sección 6.2.3, Programa de Monitoreo de Calidad de Aguas Superficiales, Puntos de Control y Subterráneas);

Asimismo, se realizarán monitoreos para determinar la caracterización de la calidad del agua, aguas abajo del depósito de relaves. Este monitoreo se efectuará en las filtraciones de la presa de relaves en los LVUs con el objeto de evaluar la calidad de agua que ingresará a la subcuenca Tingo-Maygasbamba. Por otro lado, se evaluará la calidad del agua subterránea, aguas abajo de la presa de relaves con el fin de evaluar si se está produciendo alguna variación en la calidad del agua de los acuíferos.

Se realizarán mediciones de caudal en las estaciones de agua superficial y en los pozos de monitoreo de agua subterránea se medirá el nivel de agua. Las estaciones, frecuencia y parámetros de monitoreo se detalla en la Sección 6.2.3, Programa de Monitoreo de Calidad de Aguas Superficiales, Puntos de Control y Aguas Subterráneas.

### 6.2.2.3 Monitoreo de la Estabilidad Geoquímica en los Depósitos de Desmante

En el caso de los depósitos de desmante, éstos serán inspeccionados semestralmente, para buscar evidencia de filtraciones ácidas o agua detenida en el área de los depósitos de desmontes o superficie, formando pozas o charcos de agua de escorrentía generada por la precipitación pluvial. Si se observaran filtraciones o agua estancada, se recolectarán muestras del agua y se analizará en cuanto a metales y pH. Si no ocurre estancamiento de agua en el área de los depósitos de desmante, por efectos de la precipitación pluvial, las inspecciones serán anuales y después de eventos mayores de tormenta. Adicionalmente se observará evidencias de excavación de animales, lo cual podrían comprometer la eficiencia de la cobertura.

En lo que respecta a la calidad de agua, se mantendrán los drenes utilizados durante la etapa de operaciones. El caudal de los drenes será medido con el objeto de evaluar la eficiencia de la cobertura.

### 6.2.3 Programa de Monitoreo de Calidad de Aguas Superficiales, Efluentes y Aguas Subterráneas

El monitoreo post-cierre de agua superficial, efluentes y agua subterránea (incluyendo filtraciones y manantiales) tiene como finalidad evaluar las tendencias de calidad y cantidad de agua después de la etapa de cierre de la Unidad Minera. El programa de monitoreo considera el monitoreo de la calidad del agua superficial de los ríos Tingo y Hualgayoc (aguas arriba y aguas abajo de la Unidad Minera), calidad de agua subterránea en los acuíferos, del agua de filtraciones del TSF, del agua de descarga de la poza de agua superficial del depósito de relaves y del agua del tajo abierto. Igualmente, serán monitoreadas las áreas de descarga, es decir, la calidad del agua de los manantiales que tengan relación con la Unidad Minera.

#### Estaciones de Calidad de Agua Superficial y Puntos de Control

El diseño de la red de monitoreo de agua superficial, puntos de control y agua subterránea ha sido determinada basada principalmente de acuerdo a la distribución de las instalaciones que quedarán al finalizar las operaciones de la Unidad Minera (tajo abierto, depósito de relaves, depósitos del desmante, pozas de captación de filtraciones LVUs), así como las áreas de influencia directa e indirecta en la hidrología local del área de la Unidad Minera.

El Programa de Monitoreo post-cierre de agua superficial ha considerado trece (13) estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial y dos (02) puntos de control distribuidas en las subcuencas de los ríos Tingo-Maygasbamba (ver Figura 6-2, *Estaciones de Monitoreo Post-Cierre de Calidad de Agua Superficial y Puntos de Control – Subcuenca del Río Tingo*) y Hualgayoc-Arascorgue (ver Figura 6-3, *Estaciones de Monitoreo Post-Cierre de Calidad de Agua Superficial y Puntos de Control – Subcuenca*

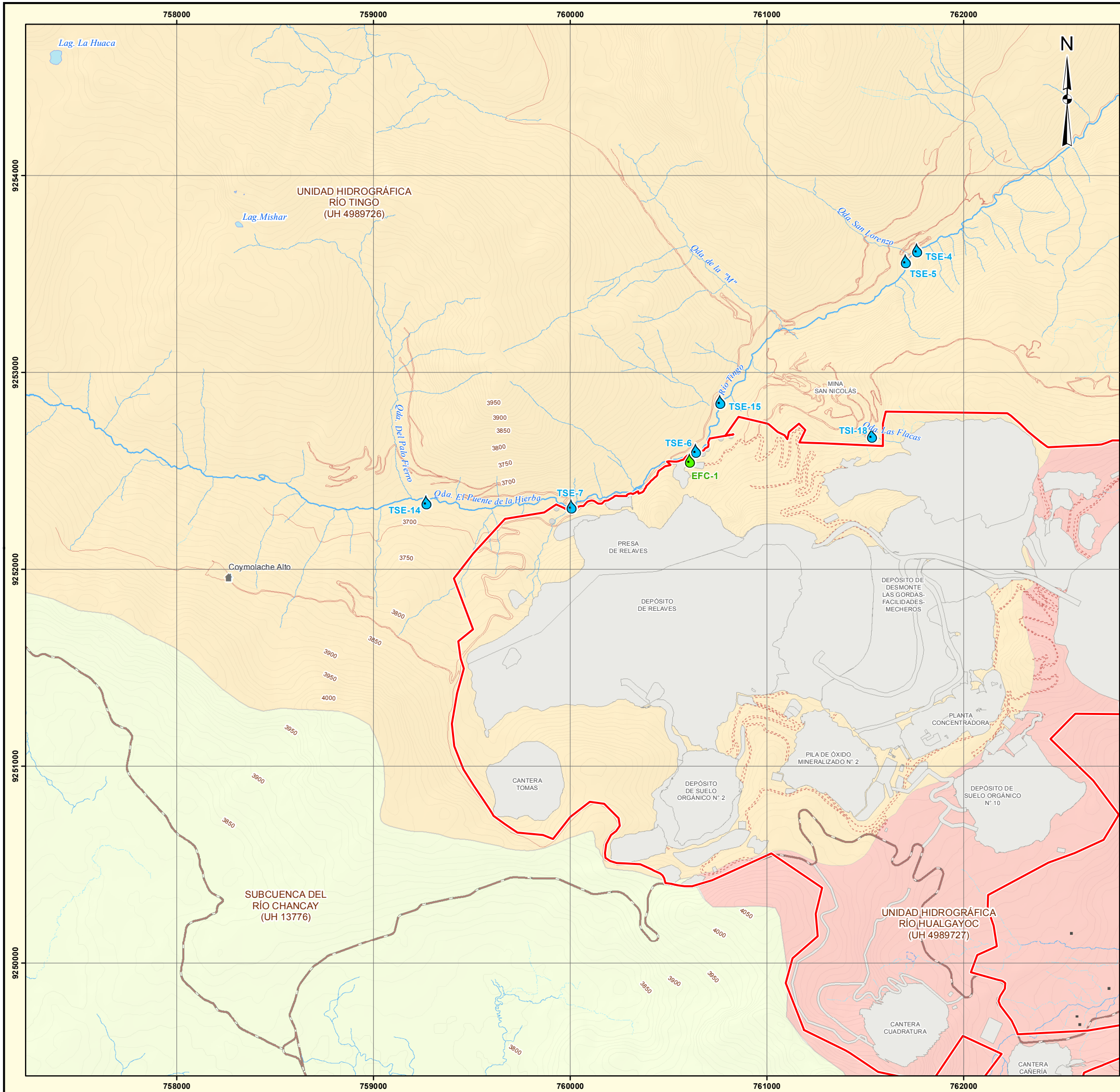
del Río Hualgayoc). La Tabla 6-6, *Estaciones de Monitoreo de Calidad de Agua Superficial y Puntos de Control Post-cierre*, presenta la ubicación y descripción de cada una de las estaciones de monitoreo.

**Tabla 6-6 Estaciones de Monitoreo de Calidad de Agua Superficial y Puntos de Control Post-cierre**

Estaciones de Monitoreo	Descripción de Cuerpo de Agua	Coordenadas UTM		Parámetros	Frecuencia
		Norte	Este		
<b>CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL</b>					
<b>Subcuenca del río Tingo / Maygasbamba (*)</b>					
TSE-4	Río Tingo aguas abajo de la planta de tratamiento de agua (mina Carolina) y la bocamina Tingo	9253623	761766	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flujo</li> <li>• pH</li> <li>• Conductividad eléctrica (CE)</li> <li>• Temperatura</li> <li>• STS</li> <li>• STD</li> <li>• Alcalinidad</li> <li>• Cloruros</li> <li>• Sulfatos</li> <li>• Nitratos</li> <li>• DBO5</li> <li>• Metales totales y disueltos*</li> <li>• Cr+6</li> <li>• CN total</li> <li>• CN WAD</li> <li>• Coliformes fecales y totales</li> <li>• Oxígeno disuelto</li> <li>• Aceites y grasas</li> </ul>	Trimestral
TSE-5	Río Tingo aguas arriba de la planta de tratamiento de agua (mina Carolina) y la bocamina Tingo. Antes de la confluencia con la quebrada san Lorenzo.	9253566	761708		
TSE-7	Río Tingo aguas arriba de la confluencia con la quebrada ubicada al Oeste del cerro Las Águilas	9252319	760010		
TSE-14	Río Tingo, aguas arriba de la zona de La Hierba	9252342	759271		
TSE-15	Río Tingo, aguas abajo de Cerro Corona	9252853	760765		
TSI-18	Quebrada Las Flacas, antes de su descarga al río Tingo, antes del campamento de la minera San Nicolás	9252680	761536		
TSE-6	Río Tingo, aguas debajo de la quebrada Las Gordas	9252605	760641		
<b>Punto de Control</b>					
EFC-1 (*)	Punto de control del agua de descarga del sistema de manejo de relaves	9252553	760610	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caudal</li> <li>• pH</li> <li>• Conductividad eléctrica (CE)</li> <li>• Temperatura</li> <li>• STS</li> <li>• STD</li> <li>• Metales disueltos y totales*</li> <li>• Cr<sup>+6</sup>,</li> <li>• CN total</li> <li>• CN WAD</li> <li>• Aceites y grasas</li> <li>• DQO</li> <li>• DBO<sub>5</sub></li> </ul>	Trimestral
<b>Subcuenca Del Río Hualgayoc / Arascorgue</b>					
HSE-3	Río Hualgayoc aguas abajo de la confluencia con la quebrada Mesa de Plata	9251799	764683	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flujo</li> <li>• pH</li> <li>• Conductividad eléctrica (CE)</li> <li>• Temperatura</li> <li>• STS</li> <li>• STD</li> <li>• Alcalinidad</li> <li>• Cloruros</li> <li>• Sulfatos</li> <li>• Nitratos</li> <li>• DBO5</li> <li>• Metales totales y disueltos***</li> <li>• CN total</li> </ul>	Trimestral
HSE-4	Río Hualgayoc aguas arriba de la confluencia con la quebrada Mesa de Plata	9251693	764583		
HSE-5	Río Hualgayoc aguas abajo de la confluencia con la quebrada Corona	9250773	763924		
HSE-6	Río Hualgayoc aguas arriba de la confluencia con la quebrada Corona	9250732	763843		
HSE-24	Quebrada SN, tributaria del río Hualgayoc, que recibe el aporte del agua proveniente de las zonas de Cuadratura y cañería	9250040	762981		

Estaciones de Monitoreo	Descripción de Cuerpo de Agua	Coordenadas UTM		Parámetros	Frecuencia
		Norte	Este		
HSE-25	Quebrada SN, tributaria del río Hualgayoc, que colecta las aguas en el sector Sur de sus nacientes. Servirá como punto de control, ya que no recibe la influencia de las operaciones de Cerro Corona.	9250014	763122	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CN WAD</li> <li>• Coliformes fecales y totales</li> <li>• Oxígeno disuelto</li> <li>• Aceites y grasas</li> </ul>	
<b>Punto de Control</b>					
EFC-2	Espejo de agua del pit lake Cerro Corona	9251753	762677	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caudal</li> <li>• pH</li> <li>• T°C</li> <li>• Conductividad eléctrica (CE)</li> <li>• STS</li> <li>• STD</li> <li>• Metales disueltos y totales***</li> <li>• CN total</li> <li>• CN libre</li> <li>• CN WAD</li> <li>• Aceites y grasas</li> <li>• DQO</li> </ul>	Trimestral**
<p><b>Nota:</b></p> <p>* Las estaciones ubicadas en la subcuenca del río Tingo serán monitoreadas sólo por cinco años por no ser influenciadas por las actividades del futuro pit lake.</p> <p>** La frecuencia de monitoreo en las estaciones ubicadas en la subcuenca del río Hualgayoc será semestral a partir del año 6 del post-cierre.</p> <p>*** Los elementos considerados para metales totales y disueltos son: Pb, As, Cd, Cr, Zn, Cu, Se, Hg, Al, Sb, Be, Bi, Bo, Ca, Co, Sn, Sr, Fe, Li, Mg, Mn, Mo, Ni, Ag y K</p> <p><b>Fuente:</b></p> <p>Modificación de Estudio de Impacto Ambiental Optimización de Operaciones de Mina, Yaku 2014</p> <p>Datum de referencia WGS84, Zona 17.</p>					





**ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL Y PUNTOS DE CONTROL**

ESTACION	ESTE	NORTE	TIPO
TSE-18	761536	9252680	SUPERFICIAL
TSE-7	760010	9252319	
TSE-6	760641	9252605	
TSE-5	761708	9253566	
TSE-4	761766	9253623	
TSE-14	759271	9252342	
TSE-15	760765	9252853	PUNTO DE CONTROL
EFC-1	760610	9252553	

**SIMBOLOGÍA**

- LOCALIDADES
- PREDIOS CERCANOS AL PROYECTO
- ÁREA URBANA
- ÁREA EFECTIVA APROBADA
- INSTALACIONES SUJETAS A CIERRE
- UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO TINGO (4989726)
- UNIDAD HIDROGRÁFICA HUALGAYOC (4989727)
- SUBCUENCA DEL RÍO CHANCAY (UH 13776)
- ESTACIONES DE MONITOREO
- PUNTO DE CONTROL
- SUPERFICIAL
- CURVAS DE NIVEL (msnm)
  - PRINCIPAL
  - SECUNDARIA
- VÍAS
  - CAMINOS INTERNOS
  - CAMINOS VECINALES
  - VÍAS PRINCIPALES
- CURSOS Y CUERPOS DE AGUA
  - RÍOS Y QUEBRADAS PERMANENTES
  - QUEBRADAS ESTACIONALES
  - LAGUNAS

*Henry Solari*  
**HENRY MANUEL SOLARI GARCIA**  
 INGENIERO QUIMICO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 62474

0 100 200 400 600 800 1,000 metros

1	FINAL	MARZO 2017	O. CANDIA	P. SANTOS	HENRY SOLARI
REV.N°	REVISIONES	FECHA	DISENO	GIS	REVISADO Y FIRMADO

**GOLD FIELDS**  
 Gold Fields La Cima S.A.

**PROYECTO:**  
 V ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE CIERRE DE MINA DE CERRO CORONA-OPTIMIZACIÓN DE OPERACIONES DE MINA

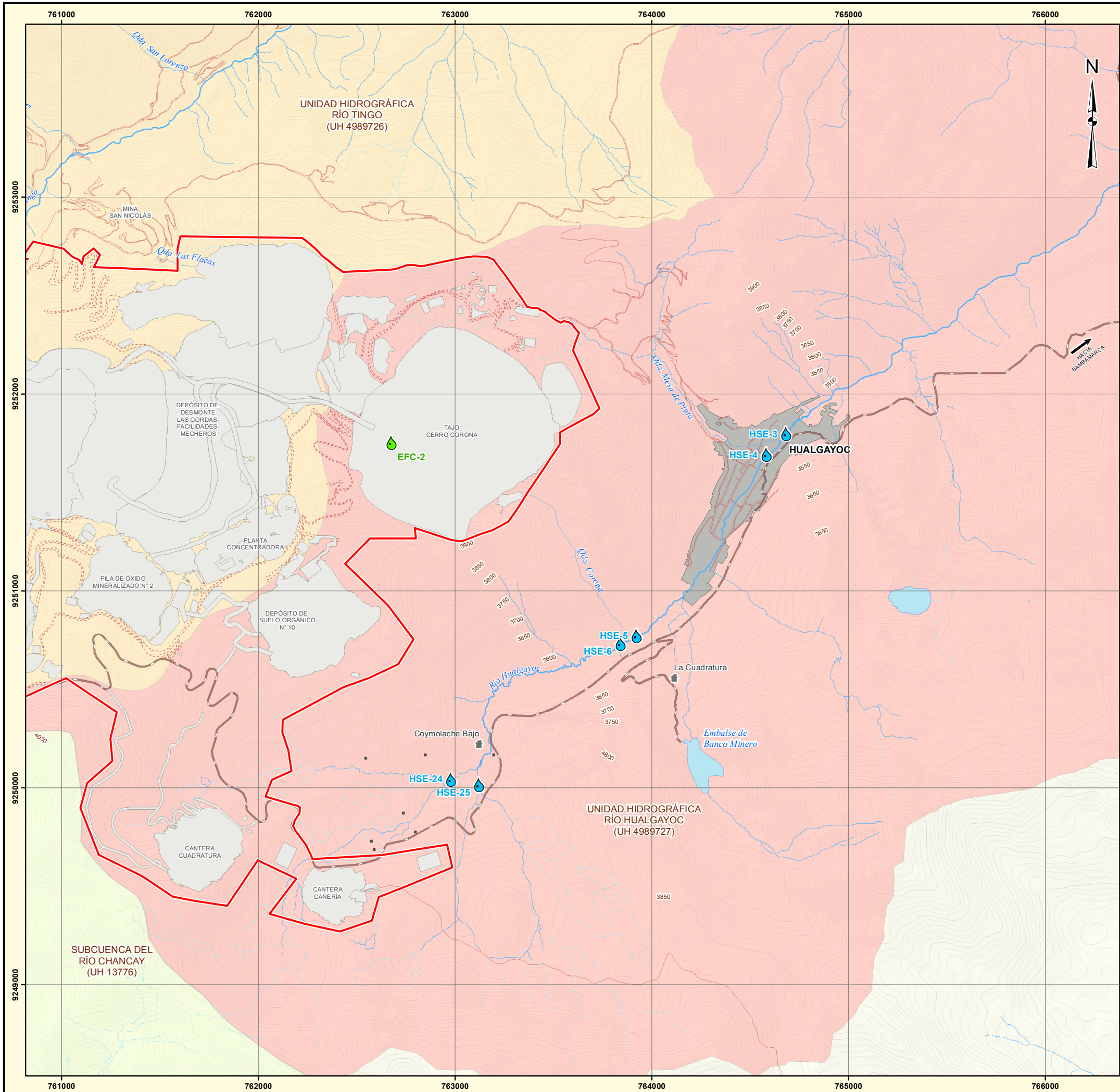
**TÍTULO:**  
 ESTACIONES DE MONITOREO POST-CIERRE DE CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL Y PUNTOS DE CONTROL - SUBCUENCA RÍO TINGO

**PROYECCIÓN:** UTM **DATUM:** WGS84 ZONA 17 SUR

**FUENTE:** GFLC, MWH, INEI, IGN

**ESCALA:** 1:20,000 **FIGURA N°** 6-2

**ARCHIVO:** Figura 6-2 Estaciones de Monitoreo Post-Cierre de Calidad de Agua Superficial y Puntos de Control-Subcuenca Río Tingo.mxd



**ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL Y PUNTOS DE CONTROL**

ESTACIÓN	ESTE	NORTE	TIPO
HSE-3	764683	9251799	SUPERFICIAL
HSE-4	764583	9251693	
HSE-5	763924	9250773	
HSE-6	763843	9250732	
HSE-24	762981	9250040	
HSE-25	763122	9250014	
EFC-2	762677	9251753	PUNTO DE CONTROL

**SIMBOLOGÍA**

- LOCALIDADES
- PREDIOS CERCANOS AL PROYECTO
- ÁREA URBANA
- ÁREA EFECTIVA APROBADA
- INSTALACIONES SUJETAS A CIERRE
- UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO TINGO (4989726)
- UNIDAD HIDROGRÁFICA HUALGAYOC (4989727)
- SUBCUENCA DEL RÍO CHANCAY (UH 13776)
- ESTACIONES DE MONITOREO
- PUNTO DE CONTROL
- SUPERFICIAL
- CURVAS DE NIVEL (msnm)
- PRINCIPAL
- SECUNDARIA
- VÍAS
- CAMINOS INTERNOS
- CAMINOS VECINALES
- VÍAS PRINCIPALES
- CURSOS Y CUERPOS DE AGUA
- RÍOS Y QUEBRADAS PERMANENTES
- QUEBRADAS ESTACIONALES
- LAGUNAS

*Henry Solari*  
**HENRY MANUEL SOLARI GARCÍA**  
 INGENIERO QUÍMICO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 62474

0 100 200 400 600 800 1,000 metros

1	FINAL	MARZO 2017	O. CANDIA	P. SANTOS	HENRY SOLARI
REV.Nº	REVISIONES	FECHA	DISÑO	GIS	REVISADO Y FIRMADO



**PROYECTO:**  
 V ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE CIERRE DE MINA DE CERRO CORONA-OPTIMIZACIÓN DE OPERACIONES DE MINA

**TÍTULO:**  
 ESTACIONES DE MONITOREO POST-CIERRE DE CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL Y PUNTOS DE CONTROL - SUBCUENCA RÍO HUALGAYOC

**PROYECCIÓN:** UTM **DATUM:** WGS84 ZONA 17 SUR

**FUENTE:** GFLC, MWH, INEI, IGN **ESCALA:** 1:20,000 **FIGURA N°** 6-3



**ARCHIVO:** Figura 6-3 Estaciones de Monitoreo Post-Cierre de Calidad de Agua Superficial y Puntos de Control -Subcuenca Río Hualgayoc.mxd

**Estaciones de Calidad de Agua Subterránea**

Han sido consideradas cinco (05) estaciones de monitoreo de agua subterránea (piezómetros) para caracterizar la calidad de agua de los acuíferos. En cuanto a los manantiales, se han considerado dieciséis (16) estaciones de monitoreo de manantiales. La Tabla 6-7, *Estaciones de Monitoreo de Calidad de Piezómetros y Manantiales Post-cierre*, presenta la ubicación y descripción de cada una de las estaciones de monitoreo, mientras que en la Figura 6-4, *Estaciones de Monitoreo Post-Cierre de Calidad de Piezómetros y Manantiales – Unidad Minera*, se muestra la ubicación espacial de cada una de las estaciones consideradas.

**Tabla 6-7 Estaciones de Monitoreo de Calidad de Piezómetros y Manantiales Post-cierre**

Estaciones de Monitoreo	Descripción de Cuerpo de Agua	Coordenadas UTM		Parámetros	Frecuencia
		Norte	Este		
<b>PIEZÓMETROS (*)</b>					
TPI-3	Ubicada aguas abajo del LVU Las Gordas.	9252545	760550	Parámetros de Campo: Nivel de agua, pH Temperatura Conductividad eléctrica Oxígeno Disuelto Parámetros Físicoquímicos: STD STS Alcalinidad Cloruros Sulfatos Sulfuros Fosfatos Nitratos Nitritos Aceites y grasas Metales totales* Metales disueltos* Cianuro total Cianuro WAD DQO Parámetros Microbiológicos: DBO5 Coliformes totales Coliformes fecales	Trimestral
TPI-2	Ubicada en el LVU Las Águilas.	9252341	760217		
TPI-1	Ubicada en la quebrada La Hierba.	9252007	759838		
HPI-1	Ubicada en la quebrada Corona.	9251436	763 121		
HPI-2	Ubicada en el tajo Cerro Corona.	9 251 976	763 211		
<b>MANANTIALES (*)</b>					
TCB-25	Manantial	9251326	759510	Parámetros de Campo: Flujo pH Temperatura Conductividad eléctrica Oxígeno Disuelto Parámetros Físicoquímicos: STS STD Alcalinidad Cloruros Sulfatos Sulfuros Fosfatos Nitratos Aceites y grasas Metales totales Metales disueltos Cianuro total Cianuro WAD DQO Parámetros Microbiológicos: DBO5 Coliformes Fecales Coliformes Totales	Trimestral
HME-8	Manantial	9251740	764942		
HME-7	Manantial	9250938	763940		
HME-1	Manantial	9251976	764177		
HME-6	Manantial	9250381	763341		
HME-4	Manantial	9249871	763123		
HME-5	Manantial	9249939	763170		
HME-3	Manantial	9249315	762121		
HME-11	Manantial	9250919	763938		
HME-15	Manantial	9250536	763041		
HME-14	Manantial	9250476	763027		
HME-13	Manantial	9250454	762985		
HME-12	Manantial	9250500	762772		
HME-10	Manantial	9251033	762369		
HMI-2	Manantial	9251290	762746		
HME-9	Manantial	9251156	763262		
<b>Nota:</b>					
* Las estaciones ubicadas en la subcuenca del río Tingo serán monitoreadas sólo por cinco años por no ser influenciadas por las actividades del futuro pit lake.					

Estaciones de Monitoreo	Descripción de Cuerpo de Agua	Coordenadas UTM		Parámetros	Frecuencia
		Norte	Este		
<p>** La frecuencia de monitoreo en las estaciones ubicadas en la subcuenca del río Hualgayoc será semestral a partir del año 6 del post-cierre.</p> <p>*** Los parámetros considerados para metales totales y disueltos como mínimo son: Pb, As, Cd, Cr, Zn, Cu, Se, Hg, Al, Sb, Be, Bi, Bo, Ca, Co, Sn, Sr, Fe, Li, Mg, Mn, Mo, Ni, Ag y K</p> <p>Datum de referencia WGS846, Zona 17.</p> <p>Modificación de Estudio de Impacto Ambiental Optimización de Operaciones de Minam, Yaku 2014</p> <p>Modificado por MWH, 2017</p> <p>Datum de referencia WGS84, Zona 17.</p>					

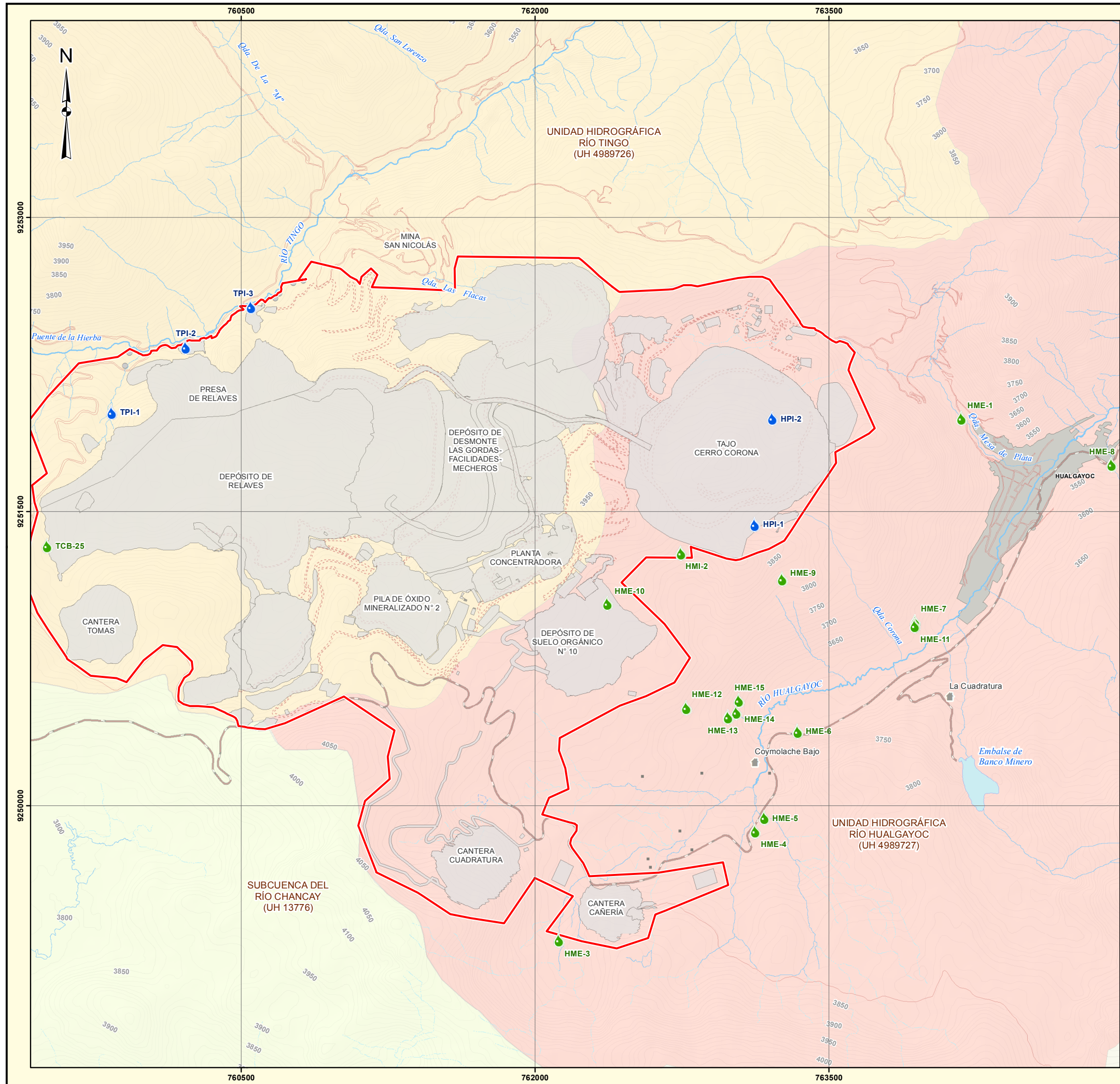
Asimismo, en el Apéndice F, *Fichas de Monitoreo del Sistema de Información Ambiental Minero - SIAM*, se adjuntan las Hojas SIAM de los puntos de monitoreo de calidad de agua superficial, subterránea y efluentes.

### **Frecuencia de Monitoreo**

Todas las estaciones descritas en las tablas detalladas líneas arriba, serán monitoreadas trimestralmente por un periodo de cinco años contados a partir del término de la ejecución de las actividades de cierre. A partir del año seis las estaciones de monitoreo que tengan relación o influencia con el tajo abierto, se continuarán monitoreando semestralmente por un periodo de seis (06) años, haciendo un total de once (11) años de monitoreo, esto se ha determinado teniendo en cuenta el tiempo de llenado del tajo el cual se ha calculado en once (11) años. Posteriormente esta frecuencia podrá ser reducida, de acuerdo a los resultados obtenidos en los reportes de monitoreo.

Asimismo, si los resultados analíticos de la calidad de agua del lago del tajo antes de finalizar el año once (11) no muestran ser estables, se evaluará la posibilidad de considerar un periodo adicional de monitoreo, para garantizar que el agua de descarga sea de buena calidad.

El presente Programa de Monitoreo considera una frecuencia de monitoreo trimestral, aplicable a todas las estaciones, con el objeto de caracterizar las aguas superficiales tanto en época de lluvias como en época de estiaje (considerando las variaciones durante las cuatro estaciones del año).

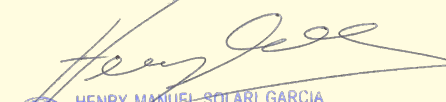


**ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DE PIEZÓMETROS Y MANANTIALES**

ESTACIÓN	ESTE	NORTE	TIPO
TPI-3	760550	9252545	PIEZÓMETROS
TPI-2	760217	9252341	
TPI-1	759838	9252007	
HPI-1	763121	9251436	
HPI-2	763211	9251976	
HME-8	764942	9251740	MANANTIAL
HME-7	763940	9250938	
HME-1	764177	9251976	
HME-6	763341	9250381	
HME-4	763123	9249871	
HME-5	763170	9249939	
HME-3	762121	9249315	
TCB-25	759510	9251326	
HME-11	763938	9250919	
HME-15	763041	9250536	
HME-14	763027	9250476	
HME-13	762985	9250454	
HME-12	762772	9250500	
HME-10	762369	9251033	
HMI-2	762746	9251290	
HME-9	763262	9251156	

**SIMBOLOGÍA**

- LOCALIDADES
- PREDIOS CERCANOS AL PROYECTO
- ÁREA URBANA
- ÁREA EFECTIVA APROBADA
- INSTALACIONES SUJETAS A CIERRE
- UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO TINGO (4989726)
- UNIDAD HIDROGRÁFICA HUALGAYOC (4989727)
- SUBCUENCA DEL RÍO CHANCAY (UH 13776)
- ESTACIONES DE MONITOREO
- PIEZÓMETROS
- MANANTIAL
- CURVAS DE NIVEL (msnm)
- PRINCIPAL
- SECUNDARIA
- VÍAS
- CAMINOS INTERNOS
- CAMINOS VECINALES
- VÍAS PRINCIPALES
- CURSOS Y CUERPOS DE AGUA
- RÍOS Y QUEBRADAS PERMANENTES
- QUEBRADAS ESTACIONALES
- LAGUNAS

  
**HENRY MANUEL SOLARI GARCIA**  
 INGENIERO QUÍMICO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 62474

0 200 400 800 1,200  
 Metros

1	FINAL	MARZO 2017	O. CANDIA	A. MUÑOZ	HENRY SOLARI
REV.N°	REVISIONES	FECHA	DISÑO	GIS	REVISADO Y FIRMADO



**GOLD FIELDS**  
Gold Fields La Cima S.A.

**PROYECTO:**  
**V ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE CIERRE DE MINA DE CERRO CORONA-OPTIMIZACIÓN DE OPERACIONES DE MINA**

**TÍTULO:**  
**ESTACIONES DE MONITOREO POST-CIERRE DE CALIDAD DE PIEZÓMETROS Y MANANTIALES - UNIDAD MINERA**

**PROYECCIÓN:** UTM      **DATUM:** WGS84 ZONA 17 SUR

**FUENTE:** GFLC, MWH, INEL, IGN

**ESCALA:** 1:20,000      **FIGURA N°** 6-4

**ARCHIVO:** Figura 6-4 Estaciones de Monitoreo Post-Cierre de Calidad de Piezómetros y Manantiales - Unidad Minera.mxd



### 6.2.4 Programa de Monitoreo de Calidad de Aire

Con el objetivo de evaluar la calidad de aire en la zona luego del cierre de las actividades de Cerro Corona en Salaverry. Se realizará un único monitoreo de calidad de aire una vez culminada la etapa de cierre durante el primer año, asimismo, se evaluará la evolución de la calidad del aire durante la etapa de cierre y se compararán con los resultados obtenidos durante la etapa de operación.

El programa contempla estaciones de monitoreo de calidad de aire (material particulado) en zonas donde las operaciones del almacén intermedio e instalaciones de embarque en Salaverry podrían influenciar la calidad del aire, teniendo en cuenta los resultados del modelamiento de calidad de aire desarrollado para estas actividades, el cual considera la dirección del viento y la presencia de receptores sensibles.

Las estaciones, parámetros y frecuencia de monitoreo de calidad de aire se muestran en la Tabla 6-8, *Programa de Monitoreo Post-Cierre de Calidad de Aire – Instalaciones en Salaverry*, mientras que la ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo consideradas se muestra en la Figura 6-5, *Estaciones de Monitoreo Post-Cierre de Calidad de Aire –Instalacions en Salaverry*.

**Tabla 6-8 Programa de Monitoreo Post-Cierre de Calidad de Aire – Instalaciones en Salaverry**

Estaciones de Monitoreo	Ubicación / Descripción	Coordenadas UTM		Parámetros	Frecuencia
		Norte	Este		
A-1	Estación ubicada en la Zona de operaciones – Muelles ENAPU	9089875	722225	PM-10, PM-2.5, metales ICP	Monitoreo Único en el Primer Año Post-cierre .
A-2	Estación ubicada a sotavento del acceso hacia el Puerto. Servirá para determinar la influencia de las actividades del Proyecto sobre el área ocupada por el Muelle de FONDEPES y alrededores.	9090422	722445		
A-3	Estación ubicada en el piso más alto de vivienda de Salaverry, cercana a la zona portuaria. Servirá para determinar la influencia de las actividades del Proyecto sobre el asentamiento poblacional más próximo a la zona de embarque.	9090657	722751		
A-4	Estación ubicada en vivienda al límite de la Ciudad de Salaverry (zona urbana) con la zona industrial. Servirá para determinar la influencia de las actividades de transporte del Proyecto sobre el entorno urbano.	9091743	722653		
A-5	Estación ubicada al norte de las instalaciones del almacén intermedio (zona aledaña del Albergue Infantil). Servirá para determinar cualquier efecto que podrían tener las actividades a ser desarrolladas en el almacén intermedio sobre el Albergue en donde habita población (niños) susceptible.	9093333	721813		
A-6	Estación ubicada al noroeste de las instalaciones del Camal San Francisco. Servirá para determinar la influencia de las actividades a ser desarrolladas en el almacén intermedio y que por la acción del viento podrían modificar la calidad el aire en esa zona.	9093402	721424		
<b>Nota:</b> Datum WGS 84, Zona 17 sur					

Asimismo, en el Apéndice F, *Fichas de Monitoreo del Sistema de Información Ambiental Minero - SIAM*, se adjuntan las Hojas SIAM de dichos puntos de monitoreo.



**ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE**

ESTACIÓN	ESTE	NORTE
A-1	722225	9089875
A-2	722445	9090422
A-3	722751	9090657
A-4	722653	9091743
A-5	721813	9093333
A-6	721424	9093402

**SIMBOLOGÍA**

- ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE
- INSTALACIONES SUJETAS A CIERRE
- RUTA DE TRANSPORTE
- LOCALIDADES
- CAPITAL DE DISTRITO
- SALAVERRY ZONA INDUSTRIAL
- ZONA URBANA
- TERMINAL PORTUARIO SALAVERRY
- CURVAS DE NIVEL (msnm)
- VÍAS**
- PANAMERICANA NORTE
- AUTOPISTA A SALAVERRY
- OTRO ACCESO

*Henry Solari*  
 HENRY MANUEL SOLARI GARCIA  
 INGENIERO QUIMICO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 62474

0 125 250 500 750 1,000 Metros

1	FINAL	MARZO 2017	O.CANDIA	P.SANTOS	HENRY SOLARI
REV. N°	REVISIONES	FECHA	DISEÑO	GIS	REVISADO Y FIRMADO



**PROYECTO:**  
 V ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE CIERRE DE MINA DE CERRO CORONA-OPTIMIZACIÓN DE OPERACIONES DE MINA

**TÍTULO:**  
 ESTACIONES DE MONITOREO POST-CIERRE DE CALIDAD DE AIRE - SALAVERRY

**PROYECCIÓN:** UTM **DATUM:** WGS84 ZONA 17 SUR

**FUENTE:** GFLC, MWH, INEI, IGN

**ESCALA:** 1:20,000 **FIGURA N°** 6-5  
**ARCHIVO:** Figura 6-5 Estaciones de Monitoreo Post-Cierre de Calidad de Aire-Salaverry.mxd



Es importante señalar que las estaciones de monitoreo de calidad de aire podrían ser modificadas en función a la accesibilidad y seguridad de las mismas. Los resultados obtenidos serán comparados con los estándares nacionales de calidad (ECA) de aire establecidos por el Decreto Supremo N° 074-2001-PCM y Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM.

### 6.2.5 Programa de Monitoreo de Calidad de Suelos

Con la finalidad de evaluar la calidad de los suelos luego del cierre de las actividades de Cerro Corona en Salaverry, se realizará el monitoreo de suelos en el área adyacente al almacén intermedio y en la ruta de transporte. El programa contempla estaciones de monitoreo de calidad de suelos en zonas donde las actividades de cierre final podrían ocasionar la deposición de material particulado. Asimismo, se evaluará la evolución de la calidad de suelos durante esta etapa. La ubicación de las estaciones de monitoreo se definió teniendo en cuenta la dirección y velocidad del viento y la presencia de receptores sensibles.

Se realizará sólo un monitoreo, una vez culminada la etapa de cierre durante el primer año. Los resultados del monitoreo serán comparados con los obtenidos en la línea de base del Proyecto y monitoreos de seguimiento y control durante la etapa de operación. En la Tabla 6-9, *Programa de Monitoreo Post-Cierre de Calidad de Suelos – Instalaciones en Salaverry*, se presenta las estaciones consideradas, así como la frecuencia y parámetros a evaluar. La ubicación de las estaciones se presenta en la Figura 6-6, *Estaciones de Monitoreo Post-Cierre de Calidad de Suelos – Instalaciones en Salaverry*.

Asimismo, en el Apéndice F, *Fichas de Monitoreo del Sistema de Información Ambiental Minero - SIAM*, se adjuntan las Hojas SIAM de dichos puntos de monitoreo.

**Tabla 6-9 Programa de Monitoreo Post-Cierre de Calidad de Suelos – Instalaciones en Salaverry**

Estaciones de Monitoreo	Ubicación / Descripción	Coordenadas UTM		Parámetros	Frecuencia
		Norte	Este		
S2 (equivalente a SP13 de LB)	Zona del muelle de pesca artesanal. Servirá para determinar la eficacia de las actividades de cierre sobre el área ocupada por el Muelle de FONDEPES y alrededores.	9090321	722458	Metales: As total, Ba total, Cd total, Cromo VI, Hg total, Pb total *	Monitoreo Único en el Primer Año Post-cierre .
S3 a (reemplaza a S3)	Zona residencial, frente al estadio Municipal de Salaverry, parte final de calle La Mar. Servirá para determinar la influencia de las actividades de transporte sobre el entorno urbano.	9090815	723219		
S4 (equivalente a SPHW1 de LB)	Zona comercial, al costado de la ruta de transporte, a la altura de la parte media de Salaverry. Servirá para determinar la eficacia de las actividades de cierre sobre el área más próxima a la ruta de transporte del Proyecto.	9091152	722540		
S5 (equivalente a AC5 de LB)	Zona Aledaña al Albergue Infantil. Servirá para asegurar y determinar la eficacia de las actividades de cierre sobre los suelos cercanos y alrededor del Albergue Infantil	9093329	721907		
S7a (reemplaza a S7)	Áreas de cultivo, zona norte de Salaverry. Servirá para determinar la influencia de las actividades de transporte de concentrado, sobre las zonas de cultivo ubicadas al norte del almacén intermedio y ruta de transporte. El punto se ubica en la berma central de la autopista de ingreso a Salaverry	9093667	721337		
<p><b>Nota:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estándares de Calidad Ambiental para Suelo (D.S. N° 002-2013-MINAM), no incluye monitoreo de CN-Libre.</li> <li>- La estación aprobada S3 con coordenadas UTM, WGS 84; 9090704N; 722774E, será reubicada y el nuevo código de la estación es S3a.</li> <li>- La estación aprobada S7 con coordenadas UTM, WGS 84; 9093622N; 721277E, será reubicada y el nuevo código de la estación es S7a.</li> </ul> <p>LB = Línea Base Datum WGS 84, Zona 17 sur</p>					



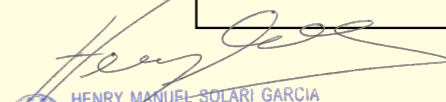
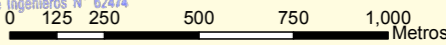


**ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DE SUELOS**

ESTACIÓN	ESTE	NORTE
S2	722458	9090321
S3	722774	9090704
S4	722540	9091152
S5	721907	9093329
S7	721277	9093622

**SIMBOLOGÍA**

- ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DE SUELOS
- INSTALACIONES SUJETAS A CIERRE
- RUTA DE TRANSPORTE
- LOCALIDADES
- CAPITAL DE DISTRITO
- ⊕ SALAVERRY ZONA INDUSTRIAL
- ⊕ ZONA URBANA
- ⊕ TERMINAL PORTUARIO SALAVERRY
- ~ CURVAS DE NIVEL (msnm)
- VÍAS
- PANAMERICANA NORTE
- AUTOPISTA SALAVERRY
- OTRO ACCESO

  
**HENRY MANUEL SOLARI GARCÍA**  
 INGENIERO QUÍMICO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 62474  


1	FINAL	MARZO 2017	O.CANDIA	P.SANTOS	HENRY SOLARI
REV. N°	REVISIONES	FECHA	DISEÑO	GIS	REVISADO Y FIRMADO



**PROYECTO:**  
 V ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE CIERRE DE MINA DE CERRO CORONA-OPTIMIZACIÓN DE OPERACIONES DE MINA

**TÍTULO:**  
 ESTACIONES DE MONITOREO POST-CIERRE DE CALIDAD DE SUELOS - SALAVERRY

**PROYECCIÓN:** UTM      **DATUM:** WGS84 ZONA 17 SUR

**FUENTE:** GFLC, MWH, INEI, IGN

**ESCALA:** 1:20,000      **FIGURA N°** 6-6



**ARCHIVO:** Figura 6-6 Estaciones de Monitoreo Post-Cierre de Calidad de Suelos-Salaverry.mxd

### 6.2.6 Programa de Monitoreo de Calidad de Agua Marina

Con el objetivo de evaluar la calidad de agua marina luego del cierre de las actividades de Cerro Corona en Salaverry, se implementará un único monitoreo en las zonas donde las operaciones de GFLC en Salaverry hayan influenciado la calidad del agua marina, una vez concluida las actividades de cierre. Las estaciones fueron establecidas en base a los resultados de los monitoreos de línea base y a los resultados del modelamiento de dispersión en medio marino. Los resultados del monitoreo serán comparados con los obtenidos en la línea de base del Proyecto y monitoreos de seguimiento y control durante la etapa de operación.

Las estaciones, parámetros y frecuencia de monitoreo establecidas se presentan en la Tabla 6-10, *Programa de Monitoreo Post-Cierre de Calidad del Agua Marina – Instalaciones en Salaverry*, mientras que la ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo consideradas se muestra en la Figura 6-8, *Estaciones de Monitoreo Post-Cierre de Calidad de Sedimentos Marinos – Instalaciones en Salaverry*. Asimismo, en el Apéndice F, *Fichas de Monitoreo del Sistema de Información Ambiental Minero - SIAM*, se adjuntan las Hojas SIAM de dichos puntos de monitoreo.

**Tabla 6-10 Programa de Monitoreo Post-Cierre de Calidad de Agua Marina –Instalaciones en Salaverry**

Estaciones de Monitoreo	Ubicación / Descripción	Coordenadas UTM		Parámetros	Frecuencia
		Norte	Este		
AM1	Ubicada en la zona de amarre de las embarcaciones de pesca artesanal, al final del muelle público.	9090369	722086	pH, OD, DBO T°C,	Monitoreo Único en el Primer Año Post-cierre .
AM4	Ubicada al final de los muelles de embarque 1 y 2.	9090100	722063	Salinidad, Metales (As, Cd, Cr VI, Cu, Pb, Hg, Ni, Zn)	
AM5	Ubicada al norte del final del rompeolas principal (rompeolas 1).	9090345	721458	Aceites y grasas Hidrocarburos (TPH) Coliformes fecales Coliformes totales	
<b>Nota:</b> Datum WGS 84, Zona 17 sur.					

### 6.2.7 Programa de Monitoreo de Sedimentos Marinos

Los sedimentos marinos son importantes puesto que sirven como sustrato para diversas especies (macroinvertebrados bénticos), por lo que se ha considerado importante contar con un programa de monitoreo con el objetivo de evaluar la calidad de los sedimentos marinos luego del cierre de las actividades de Cerro Corona en Salaverry. Los resultados del monitoreo serán comparados con los obtenidos en la línea de base del Proyecto y monitoreos de seguimiento y control durante la etapa de operación. La calidad de sedimentos es también un componente clave en la evaluación de la comunidad de invertebrados bénticos.

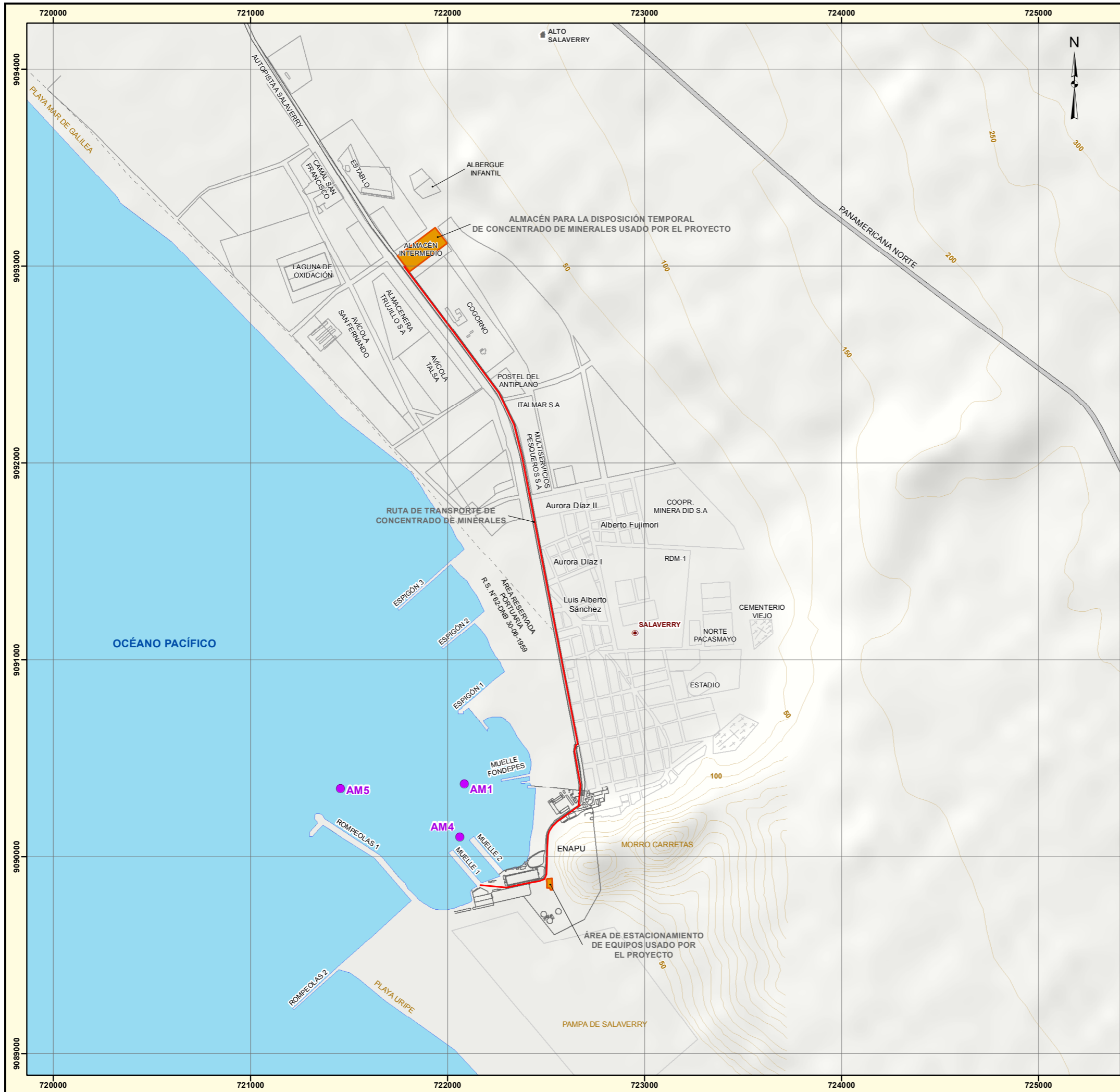
El programa de monitoreo de sedimentos marinos contempla estaciones en las zonas donde se espera que las actividades de GFLC en Salaverry puedan influenciar la calidad de los mismos. Las estaciones fueron establecidas en base a los resultados de los monitoreos de línea base y seguimiento y control, y a los resultados del modelamiento de dispersión-sedimentación en medio marino, el cual consideró la topografía marina, la dirección y velocidad de los vientos superficiales, y la dirección y velocidad de las corrientes marinas.

El monitoreo de sedimentos se desarrollará en único evento una vez concluida las actividades de cierre en Salaverry. Las estaciones, parámetros y frecuencia de monitoreo se presentan en la Tabla 6-11, *Programa de Monitoreo Post-Cierre de Calidad de Sedimentos Marinos –Instalaciones en Salaverry*, mientras que la ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo consideradas se muestra en la

Figura 6-8, *Estaciones de Monitoreo Post-Cierre de Calidad de Sedimentos Marinos – Instalaciones en Salaverry.*

**Tabla 6-11 Programa de Monitoreo Post-Cierre de Calidad de Sedimentos Marinos –Instalaciones en Salaverry**

Estaciones de Monitoreo	Ubicación / Descripción	Coordenadas UTM*		Parámetros	Frecuencia
		Norte	Este		
SM1 (equivalente a P2 de LB)	Ubicada entre el Muelle 1 y el Rompeolas principal.	9089867	721984	sulfuro total, hidrocarburos policíclicos aromáticos, aceites y grasas, y metales.	Monitoreo Único en el Primer Año Post-cierre .
SM2 (equivalente a H4 de LB)	Ubicada al final del Muelle 2.	9090129	722092		
SM3 (equivalente a H3 de LB)	Ubicada entre el Muelle 2 y el Muelle de FONDEPES.	9090291	722239		
SM6 (equivalente a H8 de LB)	Ubicada al costado del rompeolas principal.	9090218	721530		
<p><b>Nota:</b>            * Punto medio referencial de la zona donde se tomarán las muestras. Se ha considerado la colección de muestra de varios puntos (tipo compuesta) a fin de obtener un volumen suficiente para su análisis.            LB = Línea Base            Datum WGS 84, Zona 17 sur</p>					



**ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA MARINA**

ESTACION	ESTE	NORTE
AM1	722086	9090369
AM4	722063	9090100
AM5	721458	9090345

*Henry José*  
**HENRY MANUEL SOLARI GARCIA**  
 INGENIERO QUIMICO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 62474

**SIMBOLOGÍA**

- ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA MARINA
- INSTALACIONES SUJETAS A CIERRE
- RUTA DE TRANSPORTE
- ⊙ LOCALIDADES
- CAPITAL DE DISTRITO
- ⊕ SALAVERRY ZONA INDUSTRIAL
- ⊕ ZONA URBANA
- ⊕ TERMINAL PORTUARIO SALAVERRY
- ~ CURVAS DE NIVEL (msnm)
- VÍAS**
- PANAMERICANA NORTE
- AUTOPISTA A SALAVERRY
- OTRO ACCESO

*Roberto Carlos*  
**ROBERTO CARLOS ESPINOZA MELGAREJO**  
 BIÓLOGO  
 Reg. CBP N° 7916

0 125 250 500 750 1,000 Metros

1	FINAL	MARZO 2017	O.CANDIA	P.SANTOS	H.SOLARI / R.ESPINOZA
REV. N°	REVISIONES	FECHA	DISEÑO	GIS	REVISADO Y FIRMADO



**PROYECTO:**  
 V ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE CIERRE DE MINA DE CERRO CORONA-OPTIMIZACIÓN DE OPERACIONES DE MINA

**TÍTULO:**  
 ESTACIONES DE MONITOREO POST-CIERRE DE CALIDAD DE AGUA MARINA - SALAVERRY

**PROYECCIÓN:** UTM **DATUM:** WGS84 ZONA 17 SUR

**FUENTE:** GFLC, MWH, INEI, IGN

**ESCALA:** 1:20,000 **FIGURA N°** 6-7  
**ARCHIVO:** Figura 6-7 Estaciones de Monitoreo Post-Cierre de Calidad de Agua Marina-Salaverry.mxd





**ESTACIONES DE MONITOREO DE SEDIMENTOS MARINOS**

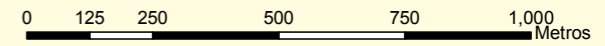
ESTACION	ESTE	NORTE
SM1	721984	9089867
SM2	722092	9090129
SM3	722239	9090291
SM6	721530	9090218

*[Signature]*  
**ROBERTO CARLOS ESPINOZA MELGAREJO**  
 BIÓLOGO  
 Reg. CBP N° 7916

**SIMBOLOGÍA**

- ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DE SEDIMENTOS MARINOS
- INSTALACIONES SUJETAS A CIERRE
- RUTA DE TRANSPORTE
- LOCALIDADES
- CAPITAL DE DISTRITO
- SALAVERRY ZONA INDUSTRIAL
- ZONA URBANA
- TERMINAL PORTUARIO SALAVERRY
- ~ CURVAS DE NIVEL (msnm)
- VÍAS**
- PANAMERICANA NORTE
- AUTOPISTA A SALAVERRY
- OTRO ACCESO

*[Signature]*  
**HENRY MANUEL SOLARI GARCIA**  
 INGENIERO QUIMICO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 62474



1	FINAL	MARZO 2017	O.CANDIA	P.SANTOS	H.SOLARI / R.ESPINOZA
REV. N°	REVISIONES	FECHA	DISEÑO	GIS	REVISADO Y FIRMADO



**PROYECTO:**  
 V ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE CIERRE DE MINA DE CERRO CORONA-OPTIMIZACIÓN DE OPERACIONES DE MINA

**TÍTULO:**  
 ESTACIONES DE MONITOREO POST-CIERRE DE CALIDAD DE SEDIMENTOS MARINOS - SALAVERRY

**PROYECCIÓN:** UTM      **DATUM:** WGS84 ZONA 17 SUR

**FUENTE:** GFLC, MWH, INEI, IGN

**ESCALA:** 1:15,000      **FIGURA N°** 6-8  
**ARCHIVO:** Figura 6-8 Estaciones de Monitoreo Post-Cierre de Calidad de Sedimentos Marinos-Salaverry.mxd



## 6.2.8 Programa de Monitoreo Biológico

El monitoreo biológico corresponde a la evaluación periódica de los componentes de la flora y la fauna terrestre y acuática en áreas a ser vegetadas y/o rehabilitadas. Los resultados de los programas de monitoreo permitirán la evaluación del éxito de las actividades del Plan de Mantenimiento Biológico y así realizar adecuaciones y cambios cuando sean necesarias a manera de retroalimentación. El programa de monitoreo biológico incluye también la evaluación de áreas no disturbadas para establecer criterios de comparación.

Asimismo, se realizará el monitoreo biológico de la vida acuática en las subcuencas incluidas dentro del área de influencia de la Unidad Minera, las cuales son: la subcuenca del río Tingo y la subcuenca del río Hualgayoc.

### 6.2.8.1 Monitoreo de Biología Terrestre

#### Flora

El objetivo del monitoreo de flora terrestre es determinar la variación, comportamiento y presencia de especies de flora silvestre e introducidas. Esto permitirá evaluar el éxito del plan de revegetación, ayudará identificar áreas problema que puedan requerir mantenimiento adicional y proveerá información sobre el éxito de las especies, mezclas y condiciones de revegetación.

Los muestreos se realizarán semestralmente durante la época seca y la época húmeda. Adicionalmente, se establecerá un monitoreo anual de suelos durante 5 años consecutivos (incluyendo la muestra antes de la fertilización, si hubiese), con la finalidad de evaluar el comportamiento de la calidad del suelo en el tiempo.

El muestreo en campo se realizará mediante transectos de 50 m de largo por 1 m de ancho (50 m<sup>2</sup>). La información analizada incluirá:

- Inventario de las especies presentes;
- Número de especies y predominancia; y
- Superficie revegetada en términos de porcentaje y áreas de cobertura vegetal;

La Tabla 6-12, *Programa de Monitoreo Post-Cierre de Biología Terrestre – Unidad Minera* presentan las parcelas de monitoreo de flora terrestre. La frecuencia del monitoreo será estacional (uno en época seca y otro en época húmeda), y se evaluarán las comunidades de flora en las áreas a ser revegetadas correspondiente a la huella de los principales componentes mineros (depósito de relaves, planta concentradora, depósito de desmonte Las Gordas facilidades-Mecheros, depósito de desmonte Chorro Blanco, depósito de suelo orgánico N°10 y zona de campamentos e instalaciones auxiliares). Asimismo, se han considerado algunas parcelas de control en zonas de pajonal de puna y roquedal, que son las unidades de vegetación y/o más representativos del área de influencia del Proyecto. En la Figura 6-9, *Estaciones de Monitoreo Post-Cierre de Biología Terrestre y Acuática – Unidad Minera*, se presenta la ubicación espacial de estas estaciones de monitoreo de flora.

La información recolectada permitirá el seguimiento y la evaluación de la riqueza, abundancia, diversidad y la cobertura vegetal en zonas de componentes mineros sujetos de cierre final

#### Fauna

No se prevé la reintroducción de especies de fauna terrestre al área de la Unidad Minera, por lo tanto, no se requiere monitorear el éxito de dicha actividad. Sin embargo, se realizarán monitoreos de fauna para analizar el éxito de la recolonización natural, con especial énfasis en mamíferos, aves, reptiles e insectos terrestres. El monitoreo de fauna evaluará la riqueza, abundancia y diversidad de especies en el área de la Unidad Minera, comparándolo estadísticamente, cuando sea factible, con áreas no afectadas por las operaciones mineras.

La Tabla 6-12, *Programa de Monitoreo Post-Cierre de Biología Terrestre – Unidad Minera*, presenta los transectos de monitoreo de fauna terrestre. La frecuencia del monitoreo biológico será estacional (uno en época seca y otro en época húmeda), y se evaluarán las comunidades de mastozoofauna, avifauna y herpetofauna en las áreas a ser revegetadas y en áreas adyacentes (zonas de control), distribuidas en diversos hábitats, principalmente en pajonal de puna y roquedal.

Tabla 6-12 Programa de Monitoreo Post-Cierre de Biología Terrestre – Unidad Minera

Código Parcela	Descripción	Frecuencia	Vértice 1		Vértice 2		Vértice 3		Vértice 4	
			Este	Norte	Este	Norte	Este	Norte	Este	Norte
Rv-1	Monitoreo de la revegetación en la zona de la planta concentradora	Estacional (uno en época seca y otro en época húmeda)	761981	9251334	762084	9251334	762084	9251288	761982	9251286
Rv-2	Monitoreo de la revegetación en la playa del depósito de relaves		760753	9252016	760659	9251998	760631	9252042	760732	9252056
Rv-3	Monitoreo de control en vegetación asociada a roquedal		760910	9250386	761016	9250396	760998	9250348	760896	9250340
Rv-4	Monitoreo de la revegetación en la playa del depósito de relaves		760026	9251767	759987	9251809	760077	9251843	760116	9251801
Rv-5	Monitoreo de la revegetación en la playa del depósito de relaves		759525	9251532	759626	9251538	759598	9251497	759509	9251455
Rv-6	Monitoreo de control en vegetación asociada a pajonal de puna		761769	9249927	761796	9249973	761890	9249943	761882	9249896
Rv-7	Monitoreo de la revegetación en la zona del depósito de desmonte Las Gordas-Facilidades-Mecheros		761918	9252206	761891	9252264	762000	9252316	762028	9252257
Rv-8	Monitoreo de la revegetación en la zona del depósito de suelo orgánico N° 10		762116	9250886	762235	9250911	762248	9250848	762130	9250823
Rv-9	Monitoreo de control en vegetación asociada a roquedal		762000	9252786	762024	9252836	762132	9252782	762108	9252732
Rv-10	Monitoreo de control en vegetación asociada a pajonal de puna		762575	9252547	762575	9252603	762709	9252603	762709	9252547
Rv-11	Monitoreo de la revegetación en la zona del depósito de desmonte Las Gordas-Facilidades-Mecheros		761784	9251476	761784	9251532	761917	9251532	761917	9251476
Rv-12	Monitoreo de la revegetación en la zona del depósito de desmonte Chorro Blanco		760409	9250759	760521	9250759	760521	9250711	760409	9250711
Rv-13	Monitoreo de la revegetación en la zona del campamento y componentes auxiliares		760764	9250642	760867	9250642	760867	9250596	760765	9250594
<b>Nota:</b> Datum WGS 84, Zona 17 sur										

### **Mamíferos**

Las áreas muestreadas se enfocarán en el hábitat característicos del área de pastizal bajo y pajonal. El muestreo se realizará semestralmente durante una época seca y una época húmeda.

Para la evaluación de los mamíferos pequeños (principalmente roedores), se realizará el trampeo mediante el método de captura por transecto lineal en los hábitats representativos a monitorear. DE esta forma, serán empleadas trampas de golpe tipo Victor, o trampas tipo caja (Sherman), ubicadas a lo largo de una línea de 400 metros cada 20 metros, donde se colocaron 20 estaciones de muestreo en cada transecto. El tiempo de permanencia de cada transecto será de una noche y el esfuerzo de muestreo será medido en trampas/noche.

Para evaluar mamíferos mayores o medianos, se efectuarán principalmente observaciones directas. Estas evaluaciones se realizarán al mismo tiempo que el muestreo de mamíferos pequeños mencionado anteriormente. Complementariamente, se realizará la búsqueda y registro de indicios indirectos de la presencia y actividades de las especies (excrementos, huellas, restos de pelo o mudas, nidos o madrigueras, restos de comida, alteraciones en la vegetación, sendas, etc.).

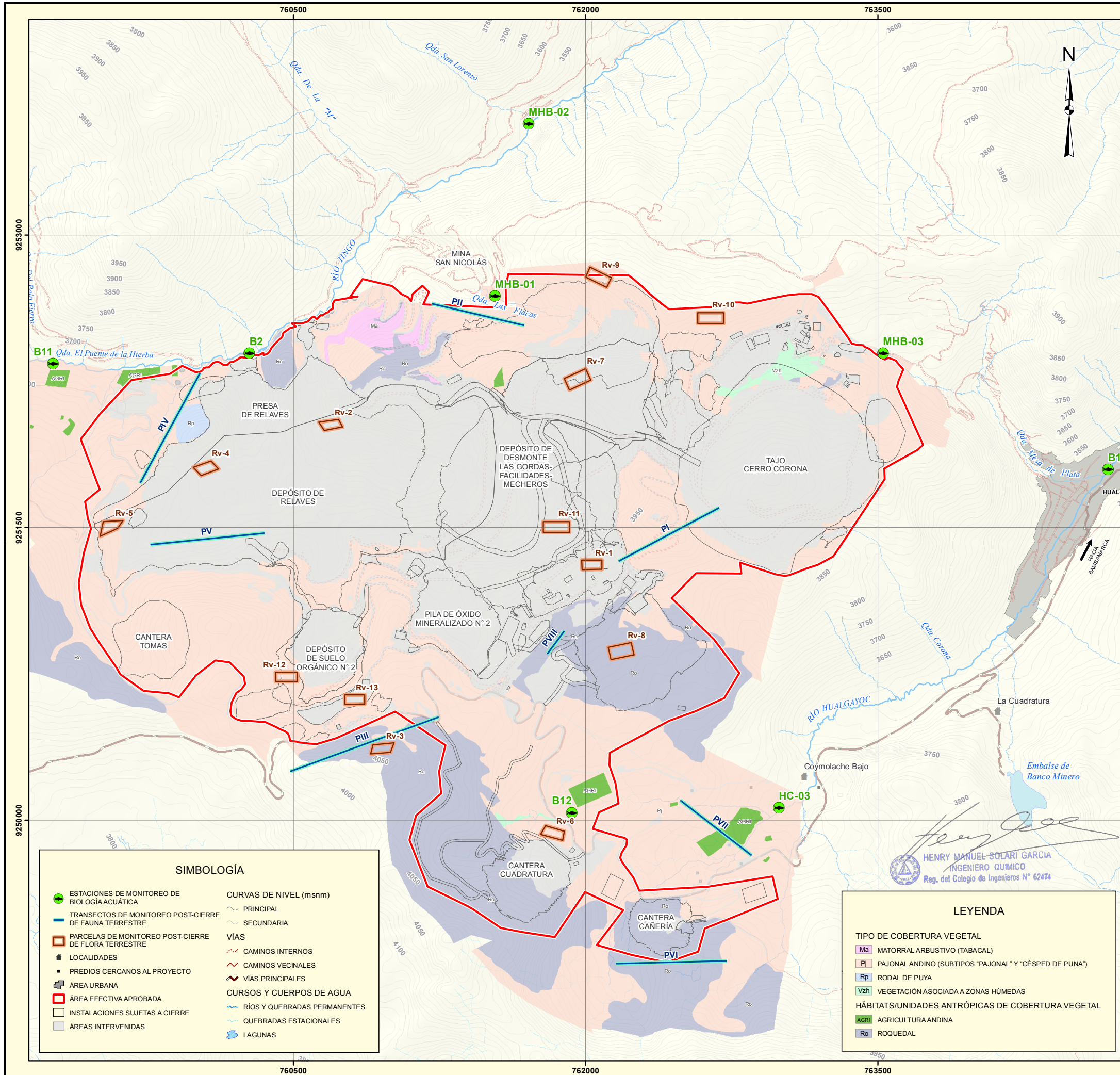
### **Aves**

Se emplearán métodos cualitativos y cuantitativos para evaluar la composición y abundancia de las poblaciones de aves en el área de estudio, que incluirán puntos fijos de observación (puntos de conteo), observaciones continuas no sistematizadas (observaciones oportunistas) y llamadas auditivas. Se empleará un esfuerzo o tiempo promedio de 10 minutos de evaluación por cada punto; el número de puntos será definido según el radio del área de evaluación. Idealmente los estudios serán realizados en días de viento calmo y días claros. Las poblaciones serán evaluadas semestralmente.

### **Reptiles y Anfibios**

Los reptiles y anfibios serán identificados mediante la observación directa con el apoyo de binoculares, la captura directa mediante la metodología del VES (observaciones por encuentros visuales) y el registro de indicios tales como excrementos y huellas.





**PARCELAS DE MONITOREO POST-CIERRE DE FLORA TERRESTRE**

CÓDIGO	VÉRTICE1		VÉRTICE2		VÉRTICE3		VÉRTICE4	
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
Rv-1	761981	9251334	762084	9251334	762084	9251288	761982	9251286
Rv-2	760753	9252016	760659	9251998	760631	9252042	760732	9252056
Rv-3	760910	9250386	761016	9250396	760998	9250348	760896	9250340
Rv-4	760026	9251767	759987	9251809	760077	9251843	760116	9251801
Rv-5	759525	9251532	759626	9251538	759598	9251497	759509	9251455
Rv-6	761769	9249927	761796	9249973	761890	9249943	761882	9249896
Rv-7	761918	9252206	761891	9252264	762000	9252316	762028	9252257
Rv-8	762116	9250886	762235	9250911	762248	9250848	762130	9250823
Rv-9	762000	9252786	762024	9252836	762132	9252782	762108	9252732
Rv-10	762575	9252547	762575	9252603	762709	9252603	762709	9252547
Rv-11	761784	9251476	761784	9251532	761917	9251532	761917	9251476
Rv-12	760409	9250759	760521	9250759	760521	9250711	760409	9250711
Rv-13	760764	9250642	760867	9250642	760867	9250596	760765	9250594

**TRANSECTOS DE MONITOREO POST-CIERRE DE FAUNA TERRESTRE**

CÓDIGO	INICIO		FIN	
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
PI	762685	9251602	762170	9251327
PII	761209	9252650	761685	9252538
PIII	761247	9250529	760485	9250250
PIV	760021	9252292	759714	9251729
PV	759767	9251413	760352	9251472
PVI	762726	9249278	762156	9249264
PVII	762853	9249819	762486	9250102
PVIII	761891	9250970	761804	9250853

**ESTACIONES DE MONITOREO DE BIOLOGÍA ACUÁTICA**

CÓDIGO	ESTE	NORTE
B2	760276	9252396
HC-03	762993	9250066
B11	759266	9252341
B12	761930	9250040
B13	764683	9251799
MHB-01	761536	9252689
MHB-02	761708	9253572
MHB-03	763528	9252394

ROBERTO CARLOS  
ESPINOZA MELGAREJO  
BIÓLOGO  
Reg. CBP N° 7916

1	FINAL	MARZO 2017	O. CANDIA	A. MUÑOZ	H.SOLARI / R.ESPINOZA
REV.N°	REVISIONES	FECHA	DISÑO	GIS	REVISADO Y FIRMADO

**GOLD FIELDS**  
Gold Fields La Cima S.A.

PROYECTO: **V ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE CIERRE DE MINA DE CERRO CORONA-OPTIMIZACIÓN DE OPERACIONES DE MINA**

TÍTULO: **ESTACIONES DE MONITOREO POST-CIERRE DE BIOLOGÍA TERRESTRE Y ACUÁTICA - UNIDAD MINERA**

PROYECCIÓN: UTM DATUM: WGS84 ZONA 17 SUR

FUENTE: GFLC, MWH, INEL, IGN

ESCALA: 1:20,000 FIGURA N° **6-9**

ARCHIVO: Figura 6-9 Estaciones de Monitoreo Post-Cierre de Biología Terrestre y Acuática - Unidad Minera.mxd

**SIMBOLOGÍA**

ESTACIONES DE MONITOREO DE BIOLOGÍA ACUÁTICA	CURVAS DE NIVEL (msnm)
TRANSECTOS DE MONITOREO POST-CIERRE DE FAUNA TERRESTRE	PRINCIPAL
PARCELAS DE MONITOREO POST-CIERRE DE FLORA TERRESTRE	SECUNDARIA
LOCALIDADES	VÍAS
PREDIOS CERCANOS AL PROYECTO	CAMINOS INTERNOS
ÁREA URBANA	CAMINOS VECINALES
ÁREA EFECTIVA APROBADA	VÍAS PRINCIPALES
INSTALACIONES SUJETAS A CIERRE	CURSOS Y CUERPOS DE AGUA
ÁREAS INTERVENIDAS	RÍOS Y QUEBRADAS PERMANENTES
	QUEBRADAS ESTACIONALES
	LAGUNAS

**LEYENDA**

TIPO DE COBERTURA VEGETAL

- MATORRAL ARBUSTIVO (TABACAL)
- PAJONAL ANDINO (SUBTIPOS "PAJONAL" Y "CÉSPED DE PUNA")
- RODAL DE PUYA
- VEGETACIÓN ASOCIADA A ZONAS HÚMEDAS

HÁBITATS/UNIDADES ANTRÓPICAS DE COBERTURA VEGETAL

- AGRICULTURA ANDINA
- ROQUEDAL

HENRY MANUEL SOLARI GARCIA  
INGENIERO QUIMICO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 62474

### 6.2.8.2 Monitoreo de Biología Acuática

El objetivo del monitoreo periódico de biología acuática es el de establecer la variación y el comportamiento de la biota acuática posterior a las actividades del cierre, comparando estadísticamente áreas afectadas y áreas de control.

El programa de monitoreo de biología acuática para el caso del área de emplazamiento de la Unidad Minera incluye estudio de peces, comunidades de macroinvertebrados bentónicos, flora acuática (perifiton) y anfibios, así como la revisión de los resultados de los monitoreos de calidad del agua realizados trimestralmente durante los primeros cinco años del post-cierre y luego semestralmente en aquellas cursos de agua que podrían estar influenciadas por las actividades del futuro lago del tajo.

La evaluación de la comunidad de invertebrados bénticos y peces es un componente clave del programa de monitoreo ambiental para el área de emplazamiento del almacén intermedio e instalaciones de embarque en Salaverry.

El monitoreo de peces nos dará información de cambios a mediano y largo plazo, mientras que el monitoreo de macroinvertebrados nos dará información de cambios a corto plazo. En general, este programa documentará la riqueza, abundancia, densidad y diversidad de las especies.

Se realizará el monitoreo biológico de la vida acuática en las cuencas incluidas dentro del área de influencia de la Unidad Minera, las cuales son: la cuenca del río Tingo y la cuenca del río Hualgayoc. Las coordenadas UTM y la información relevante de las estaciones se presentan en la Tabla 6-13, *Programa de Monitoreo Post-Cierre de Biología Acuática - Unidad Minera*, y su ubicación se presenta en la Figura 6-9, *Estaciones de Monitoreo Post-Cierre de Biología Terrestre y Acuática - Unidad Minera*.

**Tabla 6-13 Programa de Monitoreo Post-Cierre de Biología Acuática - Unidad Minera**

Estaciones de Monitoreo	Descripción	Coordenadas UTM		Parámetros	Frecuencia
		Norte	Este		
B2	Ubicada en el río Tingo, aguas abajo de la confluencia con la quebrada Las Águilas.	9252341	9252396	Descripción biofísica del hábitat Peces Bentos Plancton Perifiton Calidad del sedimento Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua.	Estacional
HC-03	Ubicada en la parte alta de la subcuenca, en Coymolache Bajo. Quebrada que recoge aguas de la zona de Cuadratura y Cañería.	9252396	9250066		
B11	Ubicada en el río Tingo aguas arriba de la influencia de Cerro Corona.	9250040	9252341		
B12	Ubicada en la parte alta de la subcuenca del río Hualgayoc	9251799	9250040		
B13	Ubicada en el río Hualgayoc, aguas abajo de la confluencia con la quebrada Mesa de Plata.	9252689	9251799		
MHB-01	Ubicada en la quebrada Las Flacas, aguas arriba de su confluencia con el río Tingo.	9253572	9252689		
MHB-02	Ubicada en el río Tingo, aguas arriba de la confluencia con la quebrada San Lorenzo. Servirá como punto de control de la influencia de las operaciones de Cerro Corona y de otras operaciones mineras, que se encuentra en la parte baja de la subcuenca.	9252394	9253572		
MHB-03	Ubicada en la quebrada Mesa de Plata, aguas arriba de su confluencia con el río Hualgayoc..	9250757	9252394		
<b>Nota:</b> Datum WGS 84, Zona 17 sur					

Las estaciones de monitoreo de bentos se han ubicado en áreas donde hubo influencia de las operaciones de GFLC y demás usuarios del Terminal Portuario de Salaverry. Las estaciones, parámetros y frecuencia de monitoreo están establecidas en la Tabla 6-14, *Programa de Monitoreo Post-Cierre de Biología Marina – Instalaciones en Salaverry*, mientras que la ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo consideradas se muestra en la Figura 6-10, *Estaciones de Monitoreo Post-Cierre de Biología Marina – Instalaciones en Salaverry*.

**Tabla 6-14 Programa de Monitoreo Post-Cierre de Biología Marina – Instalaciones en Salaverry**

Estaciones de Monitoreo	Descripción	Coordenadas UTM		Parámetros	Frecuencia
		Norte	Este		
<b>Bentos</b>					
B1 (equivalente a zona cercana en LB)	Zona cercana, ubicada al oeste del muelle 1, en la zona entre el muelle 1 y el rompeolas 1 (principal). Permitirá identificar la influencia de las actividades de embarque sobre la comunidad béntica existente en la zona próxima al Muelle a ser usado por el Proyecto, al interior de la bahía.	9090042	721868	Densidad total de invertebrados Numero de taxa (riqueza de taxa) Equidad de Pielou o Uniformidad Diversidad de Shannon-Wiener, y Densidades de los principales grupos taxonómicos	Un solo evento de monitoreo
B2 (equivalente a zona lejana en LB)	Zona lejana, ubicada al noroeste aproximadamente a unos 850 m de los muelles 1 y 2, a la altura del espigón 1. Este punto será usado como referencia, y además permitirá identificar la influencia de las actividades de embarque sobre la comunidad béntica existente la zona alejada del Muelle 1 justo en el límite de la Bahía.	9090577	721556		
<b>Peces</b>					
P1	Ubicada entre el Muelle 1 y el rompeolas 1 (principal). Permitirá identificar la influencia de las actividades de embarque sobre la comunidad béntica existente la zona más próxima al Muelle a ser usado por el Proyecto (Muelle 1)	9089801	721926	Abundancia Índices morfométricos Metales en tejido (muscular y hepático en caso de cangrejos)	Un solo evento de monitoreo
P2	Ubicado en la parte central del rompeolas 1. Permitirá identificar la influencia de las actividades de embarque Proyecto sobre la comunidad de peces existente en una zona próxima al Muelle a ser usado por el Proyecto por el lado del rompeolas principal.	9090047	721669		
P3	Ubicado al noroeste del Muelle 1. Permitirá identificar la influencia de las actividades de embarque sobre la comunidad de peces existente en una zona lejana al Muelle a ser usado por el Proyecto pero aún al interior de la bahía.	9090297	721759		
P4	Ubicado en la parte final del rompeolas 1. Permitirá identificar la influencia de las actividades de embarque sobre Proyecto sobre la comunidad de peces existente en una zona alejada del muelle a ser usado por el Proyecto, justo en el límite de la bahía.	9090217	721402		
P5	Ubicada entre el Muelle 2 y el Muelle de FONDEPES. Servirá para monitorear la influencia de las actividades de embarque del Proyecto sobre la comunidad de peces existente en la zona cercana al Muelle de FONDEPES.	9090357	722245		
Nota: LB = Línea Base Datum WGS 84, Zona 17 sur					

### **Peces**

Los peces serán colectados. En cada estación de monitoreo se recorrerá un área de 50 m de largo del cauce, buscando la zona más favorable. Los peces capturados serán medidos (longitud corporal), pesados e identificados y se identificará el número de peces por unidad de esfuerzo. Luego de su identificación y evaluación, los especímenes serán liberados. Los especímenes que no puedan ser identificados en campo serán colocados en frascos con formaldehído para su posterior identificación.

### **Macroinvertebrados bentónicos**

Los macroinvertebrados bentónicos serán recolectados y almacenados en frascos de plástico y fijados con formalina al 10%. Posteriormente, los organismos serán identificados hasta el nivel taxonómico más bajo. Dado que los macroinvertebrados son indicadores de la calidad del agua, el monitoreo incidirá en los cambios que se generen en el grupo EPT (Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera) y en indicadores de tolerancia a ambientes perturbados como Chironomidae y Anélidos (CA), evaluando los índices de EPT/CA.

### **Perifiton**

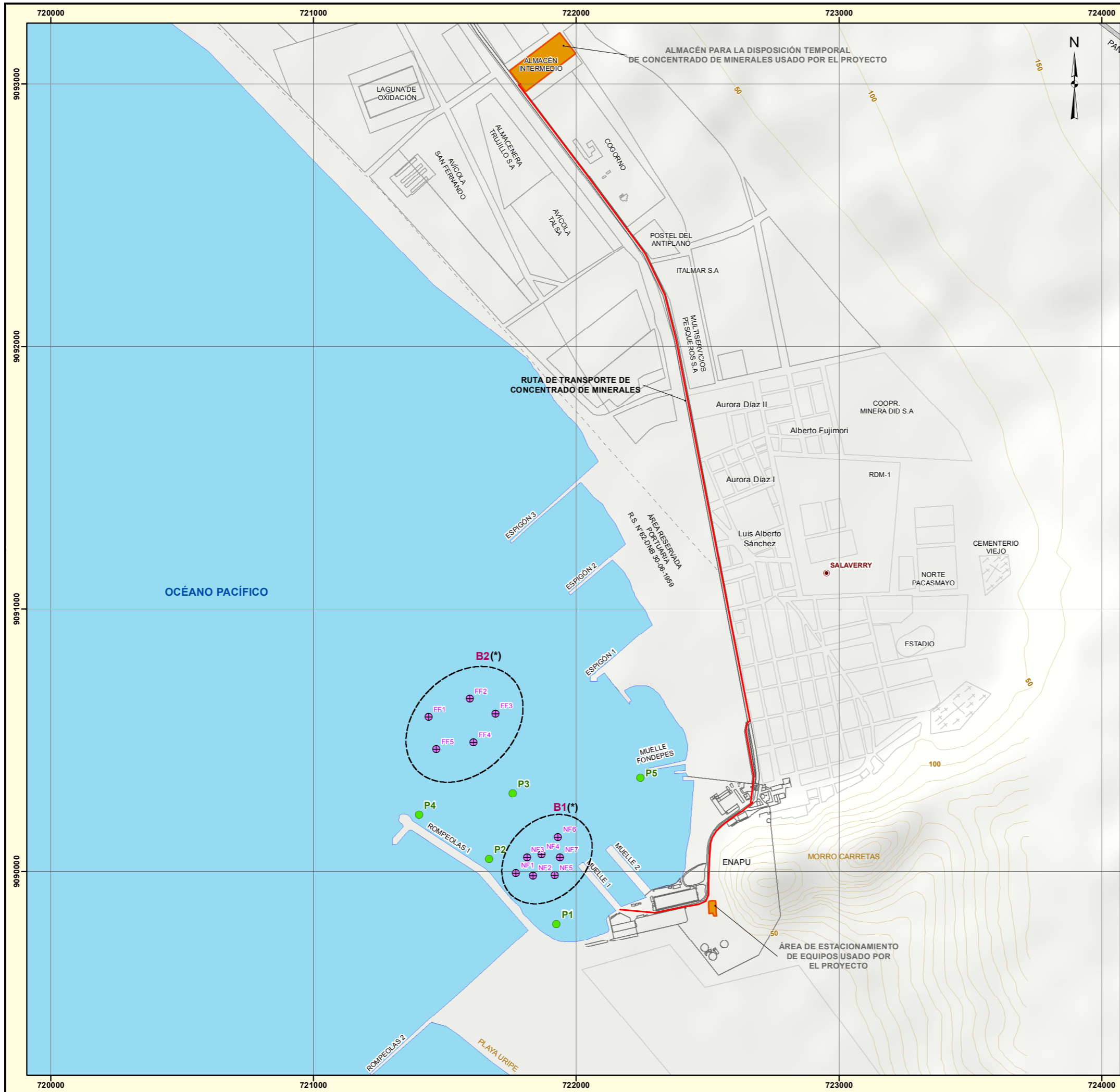
Se analizará el perifiton, específicamente algas bentónicas, para estimar la productividad primaria. El perifiton será recolectado de los sustratos y hábitat removibles disponibles (áreas de rápidos, corrientes, estanques poco profundos, y cerca de las orillas), donde la profundidad del agua no exceda los 0.25 m, dado que la productividad disminuye con la profundidad del agua. Se recolectarán muestras en los mismos tramos de recolección de peces.

### **Anfibios**

Los anfibios serán muestreados mediante la búsqueda por encuentro visual y técnicas complementarias como destape de rocas. Las estaciones de monitoreo, como hábitat de humedales y áreas ribereñas, serán inspeccionadas a pie. Los ejemplares serán capturados, identificados y liberados. Se tomarán fotos digitales del área de búsqueda y de cada tipo de especie encontrada. Las condiciones climáticas, hora del día y características del hábitat también se registrarán para propósitos de comparación.

Adicionalmente, se evaluará las condiciones del hábitat acuático incluyendo la calidad de agua, ver Sección 6.2.3, Programa del Monitoreo de Calidad de Aguas Superficiales, Efluentes y Calidad de Agua Subterránea, y las características físicas del curso de agua tales como ancho, profundidad del cauce y muestreo de sedimentos.

Es importante indicar que las comunidades planctónicas presentes en ambientes oceánicos, debido a su alta estacionalidad espacial y temporal, la cual se da en cortos periodos de tiempo (ej. días o semanas), no son buenos indicadores de efectos ambientales por lo que generalmente no son usadas en programas de monitoreo de impactos industriales en el medio ambiente receptor.



**ESTACIONES DE MONITOREO DE BIOLÓGIA MARINA**

ESTACIÓN	ESTE	NORTE
P1	721926	9089801
P2	721669	9090047
P3	721759	9090297
P4	721402	9090217
P5	722245	9090357
B1(*)	721868	9090042
B2(*)	721556	9090577

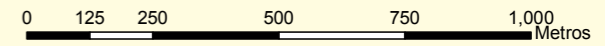
(\*) COORDENADAS CORRESPONDE AL CENTROIDE

*[Signature]*  
**ROBERTO CARLOS ESPINOZA MELGAREJO**  
 BIÓLOGO  
 Reg. CBP N° 7916

*[Signature]*  
**HENRY MANUEL SOLARI GARCIA**  
 INGENIERO QUIMICO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 62474

**SIMBOLOGÍA**

- ESTACIÓN DE MONITOREO DE PECES
- ⊕ ESTACIÓN DE MONITOREO DE BENTOS
- INSTALACIONES SUJETAS A CIERRE
- RUTA DE TRANSPORTE
- ⌘ LOCALIDADES
- CAPITAL DE DISTRITO
- ⌘ SALAVERRY ZONA INDUSTRIAL
- ⌘ ZONA URBANA
- ⌘ TERMINAL PORTUARIO SALAVERRY
- ~ CURVAS DE NIVEL (msnm)
- VÍAS**
- PANAMERICANA NORTE
- AUTOPISTA A SALAVERRY
- ~ OTRO ACCESO



1	FINAL	MARZO 2017	O.CANDIA	P.SANTOS	H.SOLARI / RESPINOZA
REV. N°	REVISIONES	FECHA	DISEÑO	GIS	REVISADO Y FIRMADO



**PROYECTO:**  
 V ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE CIERRE DE MINA DE CERRO CORONA-OPTIMIZACIÓN DE OPERACIONES DE MINA

**TÍTULO:**  
 ESTACIONES DE MONITOREO POST-CIERRE DE BIOLÓGIA MARINA - SALAVERRY

**PROYECCIÓN:** UTM **DATUM:** WGS84 ZONA 17 SUR

**FUENTE:** GFLC, MWH, INEI, IGN

**ESCALA:** 1:15,000 **FIGURA N°** 6-10  
**ARCHIVO:** Figura 6-10 Estaciones de Monitoreo Post-Cierre de Biología Marina-Salaverry.mxd



### 6.2.9 Programas de Monitoreo Social

El Programa de monitoreo social post-cierre en la Unidad Minera Cerro Corona consistirá en el desarrollo de acciones que van a permitir verificar la eficiencia y eficacia de los programas sociales del cierre de minas, en concordancia con los objetivos establecidos para cada actividad, a fin de adoptar las medidas correctivas necesarias.

Asimismo, el Programa de Monitoreo social post-cierre de las operaciones en las instalaciones en Salaverry consistirá en verificar la eficiencia y eficacia del Programa de comunicación y consulta del cierre de las operaciones, en concordancia con los objetivos informativos de dicho programa, a fin de adoptar las medidas correctivas necesarias. Cabe resaltar que el Programa de comunicación y consulta permanecerá brindando información a la población de Salaverry hasta luego de seis meses de haberse efectuado el cierre final del Proyecto.

A continuación, en la Tabla 6-15, *Monitoreo Social – UM Cerro Corona*, y en la Tabla 6-16, *Monitoreo Social – Instalaciones en Salaverry*, se detallan los objetivos, indicadores y proceso de recolección de datos que aplican a los monitoreos en sociales tanto en la Unidad Minera con en las instalaciones en Salaverry.

**Tabla 6-15 Monitoreo Social – UM Cerro Corona**

Descripción de Objetivos y Actividades	Indicadores	Recolección de Datos	Recursos	Duración
<b>Objetivo General</b>		<b>Método</b>		
Incorporar mecanismos de participación, involucramiento y transparencia a los programas de cierre de minas		Observación de campo		
<b>Objetivos Específicos</b>		Entrevistas a personal encargado de la ejecución del plan de cierre		
Lograr que la población de la zona participe de los monitoreos ambientales que forman parte del presente cierre en coordinación con la Autoridad.	- Número de pobladores participantes en la ejecución del Plan de Cierre	Encuestas a la población beneficiaria		
Asegurar la calidad y veracidad de la información recopilada en campo	- Porcentaje de cumplimiento de los objetivos ambientales trazados en el presente plan	<b>Cronograma</b>		
Contribuir a que la población se sienta involucrada con el cierre		<u>Recolección de datos de actividades:</u> Mensualmente	<b>Recursos de Equipos y Financieros</b>	Todo el periodo de duración de las actividades del post cierre
Velar por el cumplimiento de las metas y logro de los objetivos de las actividades	- Número de comerciantes que se han adaptado a los cambios en la economía local	<u>Medición final de indicadores:</u> Una vez culminada cada fase de las actividades del plan de cierre	Movilidad y apoyo logístico y de oficina	
Garantizar la transparencia de los programas de cierre a través de la participación de la población en los monitoreos participativos	- Índice de desempleo	<u>Responsable:</u> Un Monitor Social		
Lograr la sostenibilidad de los programas sociales y ambientales	- Número de personas capacitadas en gestión de microempresas o en actividades distintas a la minería	<u>Requerimiento de Recursos:</u> Transporte para movilidad local		
<b>Actividades Económicas y Sociales</b>		<u>Control de Calidad:</u> Se elaborará una guía de monitoreo para estandarizar esta labor entre los distintos monitores		
Empleo de la mano de obra local para el cuidado pasivo o activo a realizarse en la zona	- Tasa de emigración			
Fomento e impulso de actividades económicas que contribuyan al desarrollo sostenible local	- Ingreso familiar e ingreso per cápita			
<b>Fuente</b> IV Actualización PCM Cerro Corona, 2014				

Tabla 6-16 Monitoreo Social –Instalaciones en Salaverry

Descripción de Objetivos y Actividades	Indicadores	Recolección de Datos	Recursos	Duración
<b>Objetivo General</b>	Número de personas que asistieron a la Oficina de Información Permanente Número de personas que asistieron a los talleres en los cuales se explica las razones del cierre Porcentaje de cumplimiento de los objetivos ambientales trazados en el presente plan	<b>Método</b> Observación de campo Entrevistas a personal encargado de la ejecución del plan de cierre Encuestas a la población Revisión de listas de asistencia  <b>Cronograma</b> <u>Actividades:</u> Anualmente  <u>Recolección de datos de actividades:</u> mensualmente  <u>Medición final de indicadores:</u> una vez culminada cada fase de las actividades del plan de cierre  <b>Control de Calidad</b> Se elaborará una guía de monitoreo para estandarizar esta labor entre los distintos monitores	<b>Recursos Humanos para el Mantenimiento de Actividades</b> 1 especialista social para la evaluación de resultados de las actividades de cierre  <b>Recursos de Equipos y Financieros</b> Movilidad y apoyo logístico y de oficina	Todo el período de duración de las actividades del post cierre
<b>Objetivo Especifico</b>				
Incorporar mecanismos de participación, involucramiento y transparencia a los programas de cierre de minas  Generar confianza en la aplicación de los programas sociales y ambientales que condicen al cierre				
<b>Fuente</b> II Actualización PCM Cerro Corona, 2011				

La estrategia central del monitoreo será lograr el involucramiento, transparencia en la información y participación de los principales actores sociales del área de influencia del Proyecto. La experiencia previa ha demostrado que sin la toma de conciencia de los actores principales el resultado de todo tipo de programas relacionados al cierre, no es exitoso ni sostenible.

En armonía con esta orientación, se coordinará con las autoridades y líderes locales la presentación de los objetivos del monitoreo social y ambiental a todos los actores para lograr su compromiso. Resaltando la importancia de su participación efectiva, pues ellos, con sus prácticas, sus demandas y sus acciones, son los protagonistas. Por este motivo, la metodología expuesta combinará el cuidadoso trabajo de coordinación con la sensibilización de los actores involucrados.