

TABLA DE CONTENIDO

	PÁGINA
5. PLANES DE MANEJO DE MINA	5-1
5.1 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL.....	5-1
5.1.1 Organización y responsabilidad.....	5-1
5.1.2 Manejo de la Seguridad	5-4
5.1.3 Manejo de seguridad	5-10
5.1.4 Manejo de salud ocupacional.....	5-11
5.1.5 Capacitación.....	5-11
5.2 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....	5-12
5.2.1 Controles ambientales del tajo abierto.....	5-12
5.2.2 Controles ambientales para el botadero de roca estéril.....	5-18
5.2.3 Controles ambientales para la planta concentradora.....	5-22
5.2.4 Controles ambientales del depósito de relaves	5-25
5.2.5 Controles ambientales de derivación del río.....	5-28
5.2.6 Controles ambientales de las instalaciones auxiliares	5-30
5.2.7 Manejo, manipulación de materiales y sustancias tóxicas y peligrosas.....	5-35
5.2.8 Manejo de actividades durante la etapa de construcción.....	5-36
5.2.9 Derrames	5-37
5.2.10 Manipulación de concentrado	5-38
5.2.11 Manipulación de explosivos	5-39
5.2.12 Control de la erosión.....	5-39
5.2.13 Rehabilitación y revegetación en marcha	5-40
5.2.14 Protección de tierras de cultivo y bosques.....	5-42
5.3 PLAN DE CONTINGENCIA AMBIENTAL.....	5-43
5.3.1 Respuesta en caso de emergencia	5-43
5.3.2 Plan de contingencia de derrames.....	5-46
5.3.3 Plan de respuesta para El Niño	5-50
5.4 PLAN DE CIERRE Y DE REHABILITACIÓN.....	5-51
5.4.1 Tajo abierto	5-54
5.4.2 Botaderos de roca estéril.....	5-56
5.4.3 Planta de Beneficio	5-58
5.4.4 Depósito de Relaves.....	5-59
5.4.5 Derivación del río	5-67
5.4.6 El Niño	5-68
5.4.7 Instalaciones auxiliares	5-69
5.5 PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL	5-71
5.5.1 Monitoreo en el Depósito de Relaves	5-71
5.5.2 Geotécnico	5-71

	Corte transversal	5-64
Figura 5.4	Plano de diseño para el cierre, corte transversal y detalles	5-65
Figura 5.5	Ubicación de las Estaciones de Monitoreo de Agua Superficial	5-72
Figura 5.6	Ubicación de Estaciones de Monitoreo de Agua Subterránea	5-74
Figura 5.7	Ubicación de las Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire.....	5-76

5. PLANES DE MANEJO DE MINA

5.1 Plan de seguridad y salud ocupacional

El programa de seguridad y salud ocupacional constituye un elemento esencial del proyecto y se mantendrá en vigencia durante todas las fases del mismo. La Política de Salud y Seguridad de Manhattan, presentada en la Sección 1.2.4, contiene la base para el Programa de Salud y Seguridad.

La compañía tiene el compromiso de proporcionar un ambiente de trabajo seguro y saludable para todos los empleados y proporcionará los recursos necesarios para alcanzar estos objetivos. La gerencia y empleados de Manhattan comparten de manera equitativa la responsabilidad de reducir los accidentes y el ausentismo, realizando sus tareas de manera saludable y segura, tal como lo dispone la Política de Salud y Seguridad.

5.1.1 Organización y responsabilidad

El Decreto Supremo No. 046-2001-EM, de fecha 20 de julio de 2001, señala en su Artículo 54 que el Jefe de Programa de Seguridad e Higiene Minera deberá ser un profesional con conocimientos y amplia experiencia en la dirección y en la gestión de la Seguridad e Higiene Minera. Deberá ser además, capaz de relacionarse con los líderes de la organización minera, la administración operativa y los trabajadores, siendo sus principales funciones las de facilitar, asesorar, aconsejar en las materias relacionadas con el desarrollo, planeamiento, medición e implementación de una cultura proactiva en el campo de la Seguridad y de la Higiene Minera.

El Artículo 56 del mismo Reglamento señala que en toda otra actividad minera diferente a la subterránea, el Jefe del Programa de Seguridad e Higiene Minera deberá ser un profesional colegiado con experiencia no menor de cinco (5) años en la actividad principal que el centro minero desarrolle y tres (3) años en Seguridad e Higiene Minera, con capacitación o estudios de especialización en estos temas.

Finalmente, los artículos 57 y 58 establecen que el Jefe del Programa de Seguridad e Higiene Minera reporta al ejecutivo de más alto nivel del titular de la actividad minera y será el responsable de facilitar la labor de planear, organizar, dirigir, ejecutar y controlar el cumplimiento de estándares, procedimientos, prácticas y reglamentos, en coordinación con los ejecutivos de mayor rango de cada área del centro de trabajo.

El mismo Reglamento establece que toda unidad económica administrativa, concesión beneficio que emplee cincuenta o más trabajadores, está obligada a establecer su propio Programa Anual de Seguridad e Higiene Minera y en su artículo 50 señala que dicho Programa deberá comprender el planeamiento, la organización, dirección, ejecución y control de las actividades encaminadas a identificar, evaluar, y controlar todas aquellas acciones, omisiones y condiciones que pudieran afectar la salud o la integridad física de los trabajadores, originar daños a la propiedad, interrupción de los procesos productivos o degradación del ambiente de trabajo.

El Programa Anual de Seguridad e Higiene Minera deberá ser aprobado por el Comité de Seguridad e Higiene Minera, y una copia del Acta de Aprobación deberá ser remitida a la Dirección General de Minería antes del 31 de Diciembre de cada año. El Programa de Seguridad e Higiene Minera deberá ser puesto a disposición de la autoridad minera y de su respectivo fiscalizador, toda vez que lo soliciten para verificar su cumplimiento.

El Programa Anual de Seguridad e Higiene Minera forma parte del sistema de gestión empresarial de y como tal, la ley establece que debe estar bajo el liderazgo del ejecutivo de más alta jerarquía del titular de la actividad minera.

Se constituirá además un Departamento de Salud y Seguridad, el mismo que contará con un Jefe de Salud y Seguridad en la mina, que dependerá directamente del Director de Salud y Seguridad. Este departamento contará con el personal ejecutivo y supervisor necesario en cada área de Salud y Seguridad. Además del Departamento

de Salud y Seguridad, cada división tendrá obligaciones relacionadas con la seguridad para sus áreas de operación. A continuación se presenta un resumen de los puestos más importantes y sus funciones.

- **Director de Salud y Seguridad.** Es el responsable general del desarrollo e implementación del programa de salud y seguridad. Es el responsable de reportar la información relacionada a temas de salud y seguridad al Presidente así como a los accionistas de Manhattan. El Director se asegurará que el programa de salud y seguridad sea adecuado y que sea implementado en todas las áreas de la mina, transporte y operaciones portuarias. El Director asegurará asimismo, que cuenta con el apoyo técnico, científico y legal adecuado para permitir que la toma de decisiones se realice sobre la base de información sobre temas de salud y seguridad a lo largo de toda la vida del Proyecto.
- **Jefe de Seguridad, Salud e Higiene Industrial.** Es el responsable de la elaboración de la política de seguridad e higiene industrial, salud y respuesta en caso de emergencias y del establecimiento de los programas y procedimientos necesarios para implementar estas políticas. Es el responsable de reportar la información sobre temas de salud y seguridad internamente, así como al gobierno según sea necesario. Es responsable de la administración del Comité de Seguridad y de la supervisión del personal de seguridad “en la mina”. El Jefe reportará directamente al Director de Salud y Seguridad.
- **Coordinador de Seguridad.** Es responsable de la implementación de los programas de seguridad incluyendo las inspecciones al lugar de trabajo, auditorías y capacitación de todo el personal. También es responsable de asegurarse que se proporcione y mantenga todo el equipo de seguridad requerido y que los equipos de rescate y contra incendios sean adecuadamente entrenados y que estén disponibles cuando sea necesario.
- **Coordinador de Salud e Higiene Industrial.** Es responsable de implementar los programas de higiene industrial incluyendo el monitoreo del lugar de trabajo, y el equipo de protección personal.
- **Personal médico.** Es responsable de todos los servicios médicos rutinarios y de emergencia en la mina y en el puerto. Proporcionarán información y capacitaciones a trabajadores. Es responsable de especificar los requerimientos médicos para ingresar a trabajar a la mina y de coordinar los exámenes físicos antes de la contratación. El personal médico está compuesto por doctores, enfermeras y paramédicos.
- **Vicepresidente de Operaciones.** Tiene la responsabilidad general de las operaciones de la mina, transporte y puerto. Es responsable de proporcionar apoyo al programa de salud y seguridad y de asegurarse que todo el personal y

contratistas cumplan con las políticas y normas desarrolladas para la protección de todos los trabajadores.

- **Gerentes de Operaciones.** Es responsable de asegurar que todas las medidas y procedimientos especificados en la legislación y políticas corporativas y gubernamentales se cumplan en el lugar de trabajo. También es responsable de asegurar que se proporcione todos los dispositivos de protección personal necesarios para la protección de los trabajadores, que se mantengan en buen estado y sean usados y reemplazados de manera apropiada.
- **Supervisores de Operaciones.** Son responsables de asegurar que todos los trabajadores desempeñen sus funciones de la forma y con los dispositivos de protección, medidas y procedimientos necesarios. Informa a los trabajadores de la existencia de cualquier peligro potencial o real a la salud o seguridad del trabajador del cual el supervisor es responsable.

5.1.2 Manejo de la Seguridad

El Departamento de Salud y Seguridad elaborará e implementará las políticas, procedimientos y prácticas de salud, higiene y seguridad para cada actividad de la operación. Se prestará particular atención a aquellas actividades relacionadas con el manejo de explosivos, cianuro de sodio, otros reactivos químicos, y equipo minero pesado.

La compañía implementará los programas de capacitación en seguridad y operaciones, incluyendo la actualización anual. Estos programas asegurarán que los trabajadores conozcan y entiendan la forma segura y adecuada de realizar sus labores, conozcan y entiendan las normas de seguridad generales para el Proyecto, y cuenten con el conocimiento adecuado para emplear apropiadamente todo el equipo de seguridad requerido. Además del programa de entrenamiento formal, Manhattan establecerá y promoverá el uso de las reuniones informales “tool box” para identificar y resolver temas de seguridad específicos del lugar de trabajo.

Manhattan proporcionará a los trabajadores el equipo de seguridad necesario. Entre las piezas del equipo de seguridad se incluyen cascos, anteojos, protección para los
y botas de seguridad. El equipo de protección personal será proporcionado, según lo requieran las condiciones, para los trabajadores que

manejan cianuro de sodio, metabisulfito de sodio y ácido clorhídrico, para los soldadores y los trabajadores que laboren en la concentradora.

El programa de seguridad para todas las instalaciones de operación se basará en un Programa de Seguridad y Control de Pérdidas que sea coherente con las normas internacionales. Todo el personal de salud y seguridad tendrá un nivel apropiado y experiencia previa en seguridad minera. Todo el personal realizará el entrenamiento en Control de Pérdidas antes de iniciar sus labores. Este programa comprenderá todos los aspectos del programa de seguridad minera, entre los que se incluyen: inspecciones, investigación de accidentes e incidentes y análisis; identificación de peligros; análisis de tareas y procedimientos; preparación para situaciones de emergencia; requerimientos de espacios confinados; entrenamiento; mantenimiento de registros; administración y comunicaciones.

De acuerdo con el Artículo 52° del Decreto Supremo No. 046-2001-EM el titular minero deberá conformar un Comité de Seguridad e Higiene Minera que estará integrado por:

- a) El Gerente General o Gerente de Operaciones del titular de la actividad minera, quien lo presidirá.
- b) Los Superintendentes o Jefes de los Departamentos de las áreas de trabajo.
- c) El Jefe del Programa de Seguridad e Higiene Minera, quien actuará como Secretario Ejecutivo.
- d) El Médico de Salud Ocupacional.
- e) Dos representantes de los trabajadores, con experiencia en seguridad o capacitación recibida en ella (la que en este caso será proporcionada por Manhattan), quienes serán elegidos por el plazo de un año, debiendo ser entrenados en el Sistema de Gestión de Seguridad e Higiene Minera.

De acuerdo con el Artículo 53° de ese mismo dispositivo legal, son funciones del Comité de Seguridad e Higiene Minera las siguientes:

- a) Hacer cumplir el Reglamento de Seguridad e Higiene Minera, armonizando las actividades de sus miembros y fomentando el trabajo en equipo.
- b) Aprobar el Programa Anual de Seguridad e Higiene Minera.
- c) Mantener un libro de actas de todas sus reuniones.
- d) Realizar inspecciones mensuales de todas las instalaciones, anotando las recomendaciones con plazos para su ejecución en el Libro de Seguridad e Higiene Minera.
- e) Aprobar el reglamento interno de Seguridad e Higiene Minera de la Unidad.
- f) Reunirse ordinariamente una vez al mes para analizar y evaluar el avance de los objetivos y metas establecidos en el Programa Anual de Seguridad e Higiene Minera y extraordinariamente, para analizar los accidentes fatales o cuando las circunstancias lo exijan.
- g) Analizar las causas y las estadísticas de los incidentes y accidentes, emitiendo las recomendaciones pertinentes.

El uso de explosivos, cianuro, productos derivados del petróleo y equipo minero pesado, se encuentran entre los elementos del Proyecto que requerirán medidas de

Explosivos

La compañía empleará explosivos de nitrato de amonio (NA) para las voladuras en el tajo abierto. Los materiales y equipo de voladura relacionados serán guardados en áreas de almacenamiento especiales, exclusivamente diseñadas para tal fin, de acuerdo con la legislación peruana. Las instalaciones de almacenamiento separadas de los otros edificios y se ubicarán al norte de la planta concentradora (para el almacenamiento del nitrato de amonio a granel) y al lado del área de relaves (para el almacenamiento de los detonadores y elementos para voladuras). El acceso a las áreas de almacenamiento estará restringido sólo a aquellos trabajadores dedicados a

las operaciones de voladura. Se colocarán un cerco y avisos para controlar el acceso a las áreas de almacenamiento y advertir del peligro potencial debido a la presencia de explosivos. Estará prohibido fumar o iniciar fuegos abiertos en los alrededores de las áreas de almacenamiento o zonas en las que se usen materiales explosivos. Se usará equipo especial para preparar la mezcla de NA/combustible (ANFO) y transportarla a la zona de la voladura. Los trabajadores serán especialmente entrenados en el manejo y uso adecuado de ANFO y otros explosivos, antes de empezar a trabajar en la cuadrilla de voladura. Las áreas de almacenamiento, el área de mezclado y el equipo usado por la cuadrilla de voladuras será inspeccionado de manera regular para mantener las condiciones de operación adecuadas y asegurar la seguridad en el lugar de trabajo.

Se elaborarán procedimientos de operación para las operaciones de voladura. Estas comprenderán el uso de sirenas de advertencia antes de la hora fijada para la voladura, y bloqueos en las carreteras de acceso al tajo abierto, con el fin de asegurar la exclusión del personal del área durante los disparos. Los procedimientos también comprenderán la inspección diligente del área de voladura después de realizarla, con el fin de asegurarse de que ésta se mantenga segura antes de reiniciarse las actividades mineras. Las horas y zonas de voladura serán anunciadas diariamente en un lugar accesible a todos los trabajadores (por ejemplo, la puerta de ingreso), con el fin de asegurar que todos los trabajadores tengan conocimiento del programa de disparos en la mina. El programa de voladura también será comunicado a la comunidad local.

Cianuro

Es importante una adecuada administración de la instalación de almacenamiento de cianuro, con el fin de asegurar la protección de la salud humana. La compañía pondrá énfasis en la capacitación de los trabajadores en el uso, almacenamiento y manejo seguros del cianuro de sodio.

Los compuestos de cianuro pueden ser perjudiciales en muchas formas, siendo los efectos severos más importantes cuando éste ingresa al organismo, pues su capacidad de asociarse con el hierro da lugar a que interfiera con el transporte de oxígeno por la hemoglobina. Las vías potenciales de ingreso serían la inhalación de polvos que contienen cianuro o gas cianhídrico, y la ingestión de material contaminado por estos compuestos. La información que se pondrá a disposición de los trabajadores comprende:

- Información sobre los peligros, proporcionada por los proveedores y otros datos relacionados con el uso, almacenamiento y manejo adecuado del producto;
- Hojas de seguridad del materiales (MSDS), que comprenden la información relacionada con productos peligrosos;
- Planes de emergencia en caso de derrames u otros problemas previsible que comprendan cianuro; y,
- Etiquetas del proveedor que serán colocadas en todos los contenedores.

El cianuro de sodio será almacenado en contenedores herméticos, adecuadamente cerrados, claramente identificados como que contienen materiales peligrosos. El cianuro de sodio será almacenado en un lugar seco y estará protegido contra la corrosión y el daño. Las áreas en las que se almacena y procesa el cianuro de sodio estarán bien ventiladas y tendrán la contención secundaria adecuada. Se elaborarán los procedimientos detallados y se implementarán los mismos para el manejo y mezcla del cianuro de sodio.

Los tres aspectos más importantes de seguridad con respecto al manejo del cianuro de sodio son:

- Manejo de derrames;
- Protección contra la exposición al ácido cianhídrico; y,
- Primeros auxilios.

La concentración máxima permisible de ácido cianhídrico (HCN) en un lugar de trabajo en el que el personal se encuentra constantemente presente es 10 ppm (11 mg HCN/m³) (Comité Técnico y de Investigación sobre Rehabilitación, 1992). El límite de olor para HCN es 2 a 5 ppm (Du Pont 1990). Si se sospecha o mide que las concentraciones se acercan a la concentración máxima permisible, se usará equipo de protección para la respiración, con suministro de aire independiente. El ácido cianhídrico es inflamable, por lo tanto, estará prohibido fumar e iniciar fuegos abiertos en habitaciones en las que el ácido cianhídrico puede estar presente. Se exigirá al personal que use ropa de protección y respiradores cuando manipule o mezcle soluciones con alta concentración de cianuro. La mina contará con un puesto de primeros auxilios y el personal será entrenado para responder a cualquier incidente que involucre la exposición al cianuro.

Materiales inflamables

Los materiales inflamables como combustibles, espumantes, lubricantes y otros serán claramente identificados mediante etiquetas en la parte externa de los contenedores. Estará prohibido fumar e iniciar fuegos abiertos en las áreas en las que haya materiales inflamables y en los alrededores. Se elaborarán los procedimientos para establecer métodos seguros para la transferencia, llenado, vaciado, manejo y que se usen o sean usados para contener materiales inflamables. Se realizarán inspecciones de manera regular para asegurar el mantenimiento y limpieza adecuados en todas las áreas en las que se usen o almacenen materiales inflamables. Se contará con equ en las áreas de almacenamiento de combustible, estaciones de llenado de combustible y en todo el equipo móvil que use combustible.

Equipo pesado

En la mina se usará equipo de gran tamaño para el movimiento de tierras, el mismo que incluirá camiones de acarreo, cargadores, bulldozers y motoniveladoras. Los operadores de cada uno de estos equipos serán entrenados para usar el tipo particular

de equipo antes del inicio de las operaciones con éstos. El entrenamiento clases teóricas, así como la operación supervisada del equipo en el campo. Todo el equipo contará con los dispositivos de iluminación adecuada para facilitar la visibilidad y con alarmas audibles para advertir del retroceso del equipo. Un programa de mantenimiento para la flota de la mina asegurará las condiciones de operación adecuadas del equipo. Las actualizaciones mantendrán a los operadores informados de las prácticas de operación seguras.

Estas medidas ilustran los elementos que serán incluidos en el Plan de Seguridad del Proyecto. El Comité de Seguridad elaborará e implementará medidas de seguridad específicas para cada aspecto del Proyecto.

5.1.3 Manejo de seguridad

Se constituirá un Departamento de Seguridad bajo la conducción de un Director de Seguridad. El departamento estará compuesto de personal debidamente entrenado y educado y tendrá la responsabilidad de la seguridad de todos los aspectos de las operaciones de Manhattan. A continuación se detallan la organización y funciones.

- **Director de Seguridad.** Es el responsable de toda la elaboración e implementación de los objetivos, planes, políticas y procedimientos de seguridad en las áreas de operaciones. Implementar, en primer lugar, un programa de seguridad para prevenir la exposición causada por las operaciones en expansión, de manera que sea apropiada en función al riesgo. Informar y proporcionar asistencia a otro personal y gerencia en aspectos de seguridad, de acuerdo con sus respectivas necesidades.
- **Coordinador de Seguridad.** Es el responsable de establecer y mantener los programas de seguridad y el personal requeridos en todas las instalaciones incluyendo las áreas de almacenamiento y fabricación de explosivos. Ser el vínculo con las autoridades competentes y las agencias privadas para situaciones de emergencia.
- **Personal de seguridad.** Es el responsable de todas las patrullas e inspecciones de seguridad de rutina.

5.1.4 Manejo de salud ocupacional

Se formará un Departamento de Salud Ocupacional para proporcionar la supervisión de los componentes y personal. El departamento comprenderá una enfermera colegiada y entrenada.

Se instalará una clínica totalmente equipada en el pueblo de Tambogrande que cuente con equipo de rayos X y las medicinas y suministros necesarios. Se proporcionará una ambulancia en la mina, así como las disposiciones para las evacuaciones de emergencia.

Según lo requieren los reglamentos aplicables, se realizarán exámenes médicos en las siguientes circunstancias:

- A cada persona que postule para un puesto en la mina, con el fin de determinar si cuenta con la condición física adecuada para el tipo de trabajo solicitado;
- A cada trabajador anualmente; y,
- A cada trabajador que termine su relación laboral con la compañía, con el fin de determinar la condición médica de dicho trabajador al término de la

Se formará un grupo de Higiene Industrial que será responsable del monitoreo de la exposición de las zonas de trabajo y las inspecciones de las áreas de preparación de los alimentos. El personal también monitoreará la calidad de agua potable y asegurará que se dicten y mantengan las normas adecuadas. Todos los resultados serán revisados y se elaborarán informes por lo menos mensuales para la distribución requerida. Se contratarán consultores especializados según sea necesario para revisar los programas y proporcionar las pautas que correspondan.

5.1.5 Capacitación

Se seleccionará personal sobre la base de su formación y experiencia anteriores. Se proporcionará capacitación especializada y actualizada seg

Miembros del Comité de Seguridad y todo el personal de supervisión también recibirá capacitación en el programa del control de pérdidas.

Todo el personal recibirá capacitación general en seguridad, salud e higiene industrial de manera regular y continua y se le exigirá que reciba entrenamiento introductorio antes de empezar con su trabajo. Los Departamentos de Salud y Seguridad proporcionarán esta capacitación con la ayuda del Departamento de Capacitación. Se bjetivos generales de salud, seguridad e higiene y las funciones de cada persona en la consecución de los objetivos. Se proporcionará capacitación en primeros auxilios a todos los empleados.

Todo el personal que deba conducir vehículos motorizados y equipo minero pesado recibirá instrucciones a cargo de instructores calificados sobre los procedimientos y técnicas de manejo adecuados. Este personal deberá contar con la autorización de Manhattan antes que se les permita manejar los vehículos de la compañía. La capacitación comprenderá clases teóricas, así como la operación supervisada del equipo en el campo. Todo el equipo contará con dispositivos de iluminación para facilitar la visibilidad y con alarmas audibles para advertir del retroceso del equipo. Un programa de mantenimiento de la flota de la mina asegurará la condición adecuada de la operación del equipo. La actualización continua mantendrá a los operadores del equipo informados de las prácticas de operación seguras.

5.2 Plan de manejo ambiental

5.2.1 Controles ambientales del tajo abierto

El manejo y control ambiental del tajo abierto constituye un componente muy importante del Proyecto Tambogrande. Debido a su ubicación cerca al pueblo de Tambogrande y el río Piura, el tajo abierto pudiera presentar peligros para la población local y el ambiente natural durante la vida de la mina y en el largo plazo,

Por estas razones, se ha elaborado cuidadosamente el plan de manejo ambiental para el tajo abierto, el mismo que se basa en una completa evaluación de los impactos potenciales que será necesario mitigar durante todas las fases del proyecto. En esta sección se presenta el plan de manejo ambiental para la construcción y operación del tajo abierto. El plan de cierre y rehabilitación ambiental para el tajo abierto se presenta en la Sección 5.4.1 de este informe.

Voladura

La voladura de roca en el tajo abierto se realizará normalmente una vez al día y sus efectos durarán tan sólo unos segundos. Los impactos ambientales potenciales de la voladura de roca son usualmente la contaminación de aire debido a las emisiones de polvo, el ruido de la voladura, y los daños que pudieran causar a las estructuras por las vibraciones que producen. El ruido y la vibración causados por la voladura también pueden ser una molestia para las personas que viven cerca del tajo abierto. En el caso de este Proyecto, como el tajo estará muy cerca del centro poblado de Tambogrande, será muy importante implementar un conjunto de estrictas medidas de control para las voladuras de roca.

La voladura para la extracción del mineral y de la roca estéril se realizará usando plantillas de perforación estándar, con taladros de 75 a 200 mm de diámetro, con espaciamientos de entre 2 y 8 m. La voladura para extraer tanto el mineral como la roca estéril se realizará usando explosivos de nitrato de amonio (ANFO).

La magnitud de las vibraciones por los disparos se ha reducido de manera considerable en los últimos años, debido a los adelantos en la tecnología de voladura. Ahora es posible minimizar los daños estructurales reales, a pesar de que los niveles de vibración podrían ser incómodos para los seres humanos. La presión de la onda expansiva generada por la voladura puede hacer que las ventanas vibren. Manhattan usará las técnicas de voladura más avanzadas para reducir las vibraciones causadas por los disparos, empleando técnicas de voladura secuencial y limitando el número de taladros por disparo, para minimizar los niveles de vibración y de ruido.

Durante las etapas iniciales de explotación del tajo, el área de la voladura será cubierta, con el fin de evitar que los disparos expulsen fragmentos de roca hacia las áreas pobladas. Esta medida también reducirá la cantidad de emisiones de polvo durante las operaciones de voladura.

Manhattan evitará la voladura de roca durante la inversión térmica atmosférica, porque durante los periodos con dicha condición meteorológica (incremento de la temperatura del aire con la altitud), el ruido de la voladura puede ser mayor. El fenómeno de inversión térmica se presenta generalmente durante las primeras horas de la mañana, hasta aproximadamente las 9 am, y luego en la noche. Se evitará también la voladura durante las horas de alta velocidad del viento. De acuerdo con los datos de monitoreo de los vientos mostrados en el Capítulo 3 de este informe, la velocidad de éstos es mayor durante las tardes; por lo que no se programarán voladuras después de las 2:00 pm. Considerando ambos límites, sólo se tiene previsto hacer disparos en el tajo abierto entre las 10:00 am y las 2:00 pm.

Adicionalmente, para reducir los efectos del ruido que una voladura puede causar en los habitantes de Tambogrande, Manhattan programará éstas a la misma hora todos los días. Si la voladura no se hiciera dentro del periodo de 10 am a 1 pm, Manhattan informará a los habitantes de Tambogrande del cambio con la debida anticipación.

Se plantarán árboles al lado de la berma superior del tajo abierto, para reducir la velocidad del viento en las áreas de voladura. Las direcciones prevalecientes del viento en el área de la mina son suroeste y oeste, por lo que se plantarán árboles en ambos lados del tajo.

Diseño geotécnico para garantizar la estabilidad física

El diseño de la pared final del tajo se basa en investigaciones y análisis geotécnicos, que comprende las condiciones sísmicas y la caracterización geológica específica del lugar. Al término de la explotación, la profundidad del tajo variará entre 50 y 260 m, con bancos de 20 m de altura. Las paredes del tajo tendrán una pendiente variable

Conforme se vaya profundizando el tajo, el flujo de agua subterránea adicional que ingresará a éste provendrá de la base rocosa, estimándose que éste aumentará gradualmente hasta llegar a 13 L/s en el Año 10.

El agua que se infiltra al tajo será recolectada y bombeada hacia el depósito de relaves. No obstante, cuando el caudal en el río Piura sea menor de 500 L/s, parte del agua captada en el tajo será devuelta al río Piura para mantener una r más del 10% en el caudal del río. Durante el periodo de caudal alto, cuando se esperan mayores filtraciones a través de la cubierta, el excedente de agua limpia será bombeado nuevamente al río, a una tasa promedio de 134 L/s.

El agua que se infiltre a través de la roca fracturada de las paredes del tajo podría convertirse en ácida, debido al contenido de sulfuros de las rocas en las que se excavará el tajo. Durante las operaciones, toda el agua ácida será neutralizada con cal y bombeada hacia el depósito de relaves. Luego del cierre de la mina, las paredes del tajo quedarán sumergidas bajo agua.

Manejo de agua fuera del tajo abierto

La derivación del río Piura y de la Quebrada Carneros será necesaria para proteger el río Piura requerirá tanto un dique de derivación, para alejar el cauce del río fuera del límite sur del tajo, como la excavación de un canal de encauzamiento para el río. También será necesario derivar la Quebrada Carneros, por el lado Este del tajo abierto.

El canal de derivación del río Piura se ubicará lejos del tajo abierto y del resto de las instalaciones de la mina y ha sido diseñado para un periodo de retorno de 500 años. Este caudal es mucho mayor que el caudal máximo instantáneo registrado en el río Piura durante el fenómeno de El Niño de 1998, que alcanzó 3750 m³/s. Considerando que la vida útil del dique será de aproximadamente 13 años, la probabilidad de ocurrencia de una avenida mayor durante ese periodo, sería de aproximadamente 2%. En caso de presentarse inundaciones excepcionales, será posible aumentar el borde libre del dique usando equipo de la mina.

Por otro lado, la derivación de la Quebrada Carneros ha sido diseñada para un caudal de 700 m³/s (el caudal pico instantáneo estimado durante el fenómeno de El Niño de 1998). El agua sería derivada alrededor del límite sur del tajo abierto.

Con el fin de reducir la infiltración de agua hacia el tajo abierto, se mantendrá tanto el río Piura como la Quebrada Carneros, a no menos de 100 m de la pared exterior del tajo.

Polvo y ruido

Durante las etapas de construcción y operación de la mina, se producirán aumentos del nivel de ruido. Si bien los incrementos del ruido serán en general inevitables, las molestias se limitarán a las áreas de construcción y operación que se encuentren activas en un momento dado. Se aplicarán las siguientes medidas de mitigación para reducir las molestias causadas por el ruido:

- Se instalarán silenciadores y sistemas de amortiguación de ruido en todo equipo motorizado, entre el que se encuentra el equipo pesado, camiones, bombas, compresoras, maquinaria de perforación y de construcción;
- Cuando sea posible, las actividades serán programadas de manera tal, que las molestias relacionadas con el ruido no interfieran con los ciclos de vida de las personas ni de la vida silvestre.

Durante las etapas de construcción y operación, se producirán también aumentos localizados en los niveles de polvo. Las medidas previstas para evitar, controlar o mitigar las emisiones de polvo son:

- Establecimiento de límites de velocidad para los vehículos;
- Cobertura y estabilización de las áreas expuestas durante las actividades
- Riego y uso de reactivos para el control de polvo en las superficies de rodadura no selladas;
- Rehabilitación progresiva de todas las áreas perturbadas, tan pronto como sea posible;
- Monitoreo de los niveles de polvo; e
- Implementación de un plan de respuesta diseñado para reducir las emisiones de polvo, en caso de que las concentraciones de éste en el ambiente sobrepasaran los niveles máximos permisibles..

También durante la voladura de roca en el tajo abierto, se generarán ruido y polvo. Más adelante se describen las medidas de control ambiental previstas para esta actividad.

5.2.2 Controles ambientales para el botadero de roca estéril

Se han incorporado una serie de controles ambientales en el diseño, construcción, operación y cierre del botadero de roca estéril. Los principales controles están relacionados con la estabilidad física, química, manejo de agua y p ambiental. Esta sección resume los controles para el diseño, construcción y operaciones.

Diseño y construcción

Se han elaborado planes detallado para los controles geoquímicos y de manejo de los desechos, como parte del modelamiento geológico y de mina. Este plan de manejo de desechos ha sido integrado en el manejo de varios tipos de roca estéril. Se ha identificado que algunas de las rocas estériles tienen potencial para la generación de ácido. La estrategia de manejo de desechos es separar su potencial de generación de ácido.

El material de roca estéril que se considere generador de aguas ácidas, será almacenado junto con los relaves, en un depósito que llevará en su base un doble revestimiento y que se mantendrá permanentemente saturado para inhibir la oxidación de los minerales sulfurados. El sistema de revestimiento comprenderá una geomembrana de polietileno de alta densidad (PEADE), que será instalada sobre una capa de bentonita/suelo de baja permeabilidad. El volumen de la roca estéril que se tiene previsto almacenar en el depósito de relaves es de aproximadamente 24 millones m³. Para evitar la oxidación de ésta, la roca estéril potencialmente generadora de ácido será descargada y sumergida en el depósito de relaves tan pronto como esto sea posible luego de su excavación. Se construirán rampas alrededor del perímetro del depósito de relaves que conduzcan hacia la cresta del depósito de relaves. La distancia nominal de éstas será de 300 m y su pendiente como para permitir que los camiones de acarreo de la mina retrocedan de manera segura y puedan descargar la roca directamente al interior del depósito. Luego de

y rehabilitado al momento del cierre.

También se requerirá de un depósito para almacenar el material de cubierta, es decir, las arenas aluviales, sedimentos y arcillas excavadas del tajo abierto, así como cualquier otro material suelto que provenga de la excavación de la base del depósito de relaves. Esta pila de acopio contendrá material muy húmedo o que de alguna otra forma no resulte adecuado para que su uso como material de construcción. En total, millones m^3 de materiales de cubierta, de los cuales se espera que 400,000 m^3 serán almacenados en una pila de suelo orgánico y los 3.7 millones m^3 restantes en el depósito de material de cubierta.

Se dispondrá además, de una pila separada que contendrá un banco de semillas y suelo orgánico (en los 500 mm superiores del suelo) al norte de la carretera, adyacente al depósito de relaves. Este material será usado en la rehabilitación y cierre del área del proyecto Tambogrande.

Para controlar los sedimentos que pudieran ser arrastrados por el agua de escorrentía, se construirán dos pozas de sedimentación alrededor del áreas del botadero, para retener los sedimentos antes de la descarga del agua en los cursos naturales de agua. La escorrentía de la sección norte de la pila de suelo orgánico será recolectada en la Poza 1 y la escorrentía de la pila del material de construcción y el botadero de roca estéril será recolectada en la Poza 2 (ver Figura 4.2). Las áreas de las pozas han sido determinadas considerando que se requerirá de 3301 m² de poza de sedimentación por cada m³ de caudal (departamento de Pesquería de Columbia Británica, 1993), para sedimentar las partículas con un diámetro mayor a 20 µm. Los canales de derivación han sido diseñados para conducir toda el agua de escorrentía, lejos de las áreas de los botaderos.

La roca estéril que se almacenará en el botadero será sólo aquella que no sea generadora de aguas ácidas. Sin embargo, existe la posibilidad de que durante las operaciones pueda ser separada adecuadamente y algunas rocas generadoras de ácido ingresen al botadero. El monitoreo de la calidad de agua en la base del botadero de roca estéril indicará si se está produciendo una acidificación o una lixiviación de metales no previstas en el botadero de roca estéril. Si surgiera un problema de DAR en el botadero de roca estéril, se recolectará la filtración, se tratará con cal y se descargará al depósito de relaves. Debido a la escasa precipitación que ocurre normalmente en la zona del proyecto, se espera que la potencial escorrentía de agua ácida desde el depósito de roca estéril sea muy escasa. Al momento del cierre, cualquier roca estéril que no esté almacenada en el depósito de relaves será devuelta al tajo abierto, para ser sumergida y enterrada por las arenas del río que eventualmente llenarán el tajo abierto.

Operaciones

Los principales aspectos de control ambiental de los botaderos de roca estéril y del material de cubierta son:

- Protección del revestimiento del depósito de relaves. Se necesita tener cuidado para asegurar que exista suficiente espesor de relaves sobre el revestimiento, antes de colocar la roca estéril. De ser necesario, se podría colocar una capa del material aluvial extraído de la pila de material de cubierta, si la cantidad de relaves no fuera suficiente.
- La roca estéril será mezclada con los relaves tan pronto como sea posible. Si la roca estéril no fuera distribuida de manera uniforme al interior del depósito de relaves, se podrían formar columnas de llenarían con agua, aumentando de esta manera el volumen de agua que será retenida en los relaves, que de otra manera estaría disponible para su reutilización en el proceso. En segundo lugar, si en algún momento en el ara el revestimiento y el embalse comenzara a desaturarse, las columnas de roca estéril de alta permeabilidad, podrían dejar que el depósito se desature más rápidamente, permitiendo el ingreso del oxígeno al interior del depósito de relaves,
- La calidad del agua de cada uno de los botaderos de roca estéril será monitoreada continuamente, a lo largo de la operación;
- La estabilidad de los botaderos será revisada y monitoreada de manera regular para confirmar los parámetros de diseño;
- El suelo orgánico será apilado para su empleo en las futuras actividades de rehabilitación;
- Las áreas de los botaderos, una vez terminadas, serán rehabilitadas durante la etapa de operación. Esto comprenderá la colocación de suelo orgánico sobre las superficies ya niveladas de éstos y el sembrado de las mismas.
- Sólo las rocas estériles que no sean generadoras de aguas ácidas serán almacenadas en los botaderos de roca estéril. Se elaborarán los procedimientos que permitan al personal de la mina, identificar las rocas estériles generadoras de ácido.
- Todos los botaderos serán nivelados de manera de permitir que el agua de escorrentía discurra sobre sus superficies;
- Cualquier escorrentía que contenga sólidos en suspensión será derivada a las instalaciones de control de sedimentos antes de su descarga. Se usarán dos pozas de recolección de sedimentos para asegurar la claridad del agua de escorrentía proveniente de las áreas de los depósitos de relaves y de la

Durante las operaciones, podrían producirse aumentos de los niveles de ruido y polvo debido al acarreo y descarga de la roca estéril. Entre las medidas para prevenir, controlar y mitigar el ruido están:

- La instalación de silenciadores y sistemas de amortiguación del ruido en los equipos motorizados, incluyendo el equipo pesado y los camiones,
- La ubicación de las carreteras lejos del área residencial, y
- El monitoreo permanente del ruido durante toda la vida del proyecto.

Entre las medidas para evitar, controlar o mitigar los niveles de polvo, se han previsto las siguientes:

- Monitoreo permanente del polvo y del viento;
- Uso de supresores y estabilizadores de polvo;
- Límites de velocidad para vehículos;
- Riego de carreteras para reducir el polvo; y
- Resembrado/cobertura de áreas expuestas, tan pronto como sea posible después de la exposición.

5.2.3 Controles ambientales para la planta concentradora

Interceptación del agua de escorrentía y control de sedimentos

El agua de escorrentía proveniente del área de la planta de procesamiento, que comprende la planta misma, el taller de mantenimiento de camiones, el área de materiales de construcción, oficina y laboratorios, será interceptada por un sistema de canales, por los cuales discurrirán estas aguas hasta una poza de sedimentación que contará con una trampa de grasas. El sistema de derivación y la poza han sido diseñados para manejar el caudal para un periodo de retorno de 5 años. El área de drenaje es de 44 hectáreas, lo que supone un caudal de diseño de $3.19 \text{ m}^3/\text{s}$. El área requerida para la poza de sedimentación es en este caso de 1.05 hectáreas.

Almacenamiento de reactivos

El cianuro de sodio, cal, ácido clorhídrico, metabisulfuro de sodio, sulfato de cobre, anti-incrustante, floculante y el nitrato de plomo son algunos de los reactivos que se utilizarán en la planta concentradora para el tratamiento de los óxidos. Para el tratamiento de los sulfuros se usará cal, cianuro de sodio, sulfato de zinc, colectores PAX y SIPX, sulfato de cobre, espumantes MIBC y DF 250 y floculantes. Estos reactivos serán almacenados en contenedores o tanques adecuados a la naturaleza de cada uno de ellos. Los materiales que sean incompatibles serán almacenados en áreas diferentes, separados por bermas u otras estructuras de contención. Se colocarán señales en todos los contenedores o tanques de almacenamiento de reactivos, mediante los cuales se informará a los trabajadores del material contenido y se advertirá de los potenciales peligros relacionados con cada uno de los reactivos. Los reactivos no usados o no especificados serán devueltos al proveedor, transferidos para su uso a otra zona o eliminados de una manera apropiada.

Los trabajadores serán entrenados en el uso, manejo, almacenaje y eliminación adecuada de los reactivos, antes de que se les asigne al manejo de reactivos en su trabajo. Los equipos de respuesta en caso de emergencia serán entrenados para responder a los accidentes y descarga accidental de cualquiera de los reactivos almacenados o usados en la mina y para proporcionar asistencia médica en caso de emergencia a cualquier trabajador que pudiera resultar afectado como resultado de dicho incidente. Los equipos de respuesta de emergencia reportarán al Director de Seguridad, quien será el responsable de coordinar la evacuación fuera de la mina y el tratamiento de cualquier trabajador que lo requiera. El Director de Seguridad también será responsable de presentar todos los informes necesarios que requieran las leyes y reglamentos aplicables.

Como parte del plan de contingencia de derrames, todos los tanques de almacenamiento de reactivos contarán con un sistema de contención secundario con un volumen de almacenamiento equivalente a 110 por ciento de la capacidad del

tanque de mayor capacidad, con una cubierta impermeable tanto en la parte inferior como en los lados.

Control de polvo

El diseño de las instalaciones de chancado y apilado del mineral incorpora sistemas de control y de recuperación del polvo para minimizar la pérdida de partículas en el aire. Se usará un rociador de agua sónico, que aumenta la humedad del mineral y por lo tanto disminuye el polvo fugitivo, y un colector de polvo de 20,000 m³/hr, para extraer el polvo desde la planta de chancado y minimizar así las emisiones de

Se instalará un sistema de rociado de agua sónico en cada alimentador, para el control de polvo en el túnel de la faja transportadora.

Adicionalmente, todos los puntos de transferencia dentro de la línea del proceso estarán cubiertos, para aislar esta área de la acción del viento.

Control de ruido

Tanto la planta concentradora como las áreas de procesamiento de mineral, han sido ubicadas lejos del pueblo de Tambogrande, aproximadamente 2 km al sureste del área poblada. El acceso al área de procesamiento estará restringido al personal de Manhattan y a los visitantes autorizados. Será obligatorio, para todo el personal que trabaje en la planta de proceso y para los visitantes que ingresen a ésta, el uso de

Circuito de destrucción de cianuro

El cianuro de sodio se usará durante la fase del tratamiento de óxidos, en la planta de proceso para la lixiviación en tanques. Una vez que se recupere el oro contenido en el mineral, el residuo del proceso de lixiviación será enviado al depósito de relaves. Antes de la descarga de éstos, se tratará la pulpa para destruir el cianuro residual que aún pudiera quedar en ella. El sangrado de la solución estéril y el flujo residual del

proceso de recuperación será agitado mecánicamente en tanques de destrucción de cianuro, durante no menos de 90 minutos. El caudal de material residual que será tratado será 17,860 t/d. El cianuro residual disociable de ácido débil (CN_{WAD}), y las concentraciones de metales pesados que pudieran quedar en el residuo de pulpa lixiviado, se reducirá por el proceso de Aire/ SO_2 , que es un proceso de destrucción de cianuro muy efectivo. El aire, el SO_2 (en forma de metabisulfito de sodio), la cal y el sulfato de cobre serán dosificados en los tanques de destrucción y reducirán el CN_{WAD} a menos de 2 mg/L, oxidando el cianuro y convirtiéndolo en cianato, que luego se descompone en compuestos de amonio, carbón y nitrógeno. Además de la destrucción del cianuro, este proceso oxidará los complejos de metales pesados para su posterior precipitación y fijación como oxihidróxidos en el depósito de relaves.

Una vez que se descargue al depósito de relaves, el CN_{WAD} residual será descompuesto por la luz natural. Se espera que la concentración de cianuro libre en la pulpa que va al depósito de relaves esté siempre por debajo de 1 mg/L.

5.2.4 Controles ambientales del depósito de relaves

Se han incorporado controles ambientales en el diseño, construcción, operación y cierre del depósito de relaves. Los controles se relacionan con el manejo de agua, la estabilidad física, seguridad y protección ambiental.

controles para las principales fases del proyecto. El plan de cierre para el depósito de relaves se describe en la Sección 5.4.4.

Diseño y construcción

Entre los principales controles durante el diseño y construcción del depósito de relaves se ha considerado que:

- Las presas serán altamente resistentes a los movimientos sísmicos y a la erosión superficial. Los criterios de diseño sísmico se basan en las pautas del Congreso Internacional de Grandes Presas (International Congress of Large Dams - ICOLD) para estructuras de alto riesgo. El Sismo Base para la Operación (Operating Basis Earthquake - OBE) tiene una

probabilidad de ocurrencia de 1 en 475 años, y una aceleración pico del terreno de 0.25 g. El Sismo Base de Diseño (SBD se aplica al cierre y corresponde al máximo sismo creíble, que generaría una aceleración pico del terreno de 0.4 g. Si el SBD se presentara durante la etapa de operación, la presa experimentaría una cierta deformación, pero no

- El criterio de diseño para las avenidas se basa en las pautas de ICOLD y las de Seguridad de Presas de Canadá. La precipitación correspondiente a un evento de tres meses de duración con un período de retorno de 1,000 años, podrá ser almacenada en el depósito de relaves d y la precipitación de un mes, para un periodo de retorno de 1,000 años, se podrá almacenar en e depósito de relaves de sulfuros.
- El depósito de relaves ha sido diseñado para mantenerse permanentemente en condiciones de saturación en la poza de sulfuros, con el fin de reducir la penetración de oxígeno en los relaves y evitar así la oxidación de sulfuros contenidos tanto en los relaves como en la roca estéril y la eventual generación de DAR. El depósito ha sido diseñado con un balance de agua para la instalación que mantiene todos los relaves y la roca estéril saturada. Esta característica, junto con el revestimiento de bentonita/arena y geomembrana de PEAD de baja permeabilidad en la base del depósito, protegerá el agua superficial y subterránea del área del Proyecto.
- Se aplicará un Programa de Control de Calidad/Garantía de Calidad durante la construcción de la presa, con el fin de asegurar que se cumplan las especificaciones de diseño y que se incorporen en el diseño y ios, según sea necesario para adaptarlos a las condiciones de la zona;
- La calidad del agua superficial y subterránea estará especialmente protegida durante las etapas de construcción y de operación del depósito de relaves. Esta instalación ha sido diseñada para almacenar los relaves provenientes del procesamiento de los óxidos y de los sulfuros de , así como toda roca estéril que sea potencialmente generadora de aguas ácidas. La instalación estará revestida con una geomembrana de PEAD y una capa de bentonita de baja permeabilidad, revestimiento compuesto que se considera seguro. La elaboración de modelos de filtración del sistema de revestimiento se ha realizado usando los modelos HELP de la Agencia para la Protección Ambiental de EE.UU. (EPA) para sistemas de revestimiento. La filtración máxima que se podría presentar a través del sistema de revestimiento propuesto es de aproximadamente 1 L/s, y se estima que éste aumentará gradualmente hasta alcanzar ese nivel durante

la fase de sulfuros, conforme el área superficial y la presión hidrostática aumenten.

- El proceso para la selección de la instalación de relaves comprendió una selección preliminar de 9 zonas potenciales, dentro de un radio de aproximadamente 20 km de la mina. La zona seleccionada se ubica al norte del río Piura y fue definida como la opción preferida luego de que en la evaluación de selección, se identificó hasta tres opciones principales. Se considera que esta zona presenta el menor impacto social y el riesgo ambiental más bajo. Entre las principales ventajas de la zona seleccionada se podrían mencionar las siguientes:
 - La eliminación de la roca estéril sulfurada, conjuntamente con los relaves, elimina la necesidad de contar con un sistema de manejo ambiental del drenaje ácido de los botaderos de roca estéril. Todo el material sulfurado será encapsulado en relaves saturados de baja permeabilidad, en un depósito revestido.
 - El área del depósito en esta ubicación, es la más pequeña de todas las otras opciones estudiadas.
 - El depósito no se ubica en ningún cauce natural de drenaje principal, lo cual reduce los riesgos potenciales asociados con las crecidas y con los fenómenos de El Niño.
 - Mejor capacidad para monitorear y controlar las filtraciones. Durante la operación de la mina, todas las filtraciones llegarán finalmente al tajo abierto, lo que proporcionará tiempo y seguridad adicional para evaluar el rendimiento del sistema de revestimiento, antes del cierre.
 - Los terrenos que se ubican actualmente en la zona propuesta para la construcción del depósito de relaves, consiste de una zona de irrigación de bajo rendimiento agrícola.

Operaciones

Los principales controles a aplicarse durante la etapa de operación se relacionan con el manejo y la composición química del agua y comprenden los siguientes:

- Para derivar los diferentes cursos de agua efímeros lejos de la base de los diques de contención de relaves, se han diseñado dos canales de derivación. El Canal de Derivación Este está ubicado en el lado oriental
Canal de Derivación Norte está ubicado en el
lado norte del depósito de relaves.

- El manejo de crecidas será controlado con un adecuado almacenamiento. En el caso del depósito de relaves de óxidos, en la que el agua decantada puede contener bajos niveles de cianuro, se seleccionó un periodo de tres meses como periodo de almacenamiento mínimo. Luego de un periodo de un mes de altas precipitaciones, sería factible instalar una tubería de decantación para descargar de manera segura el agua para mantener los requerimientos de borde libre de diseño y manejo de crecidas. En el caso de exceso de agua en el depósito de relaves de óxidos después del Año 3, el exceso de agua podría ser descargado al depósito de relaves de sulfuros.
- En el caso de que se produjeran eventos incluso más extremos durante las operaciones de la mina, se podrían instalar sifones sobre la presa de relaves para permitir que el agua descargue en la Quebrada Carneros. Si, en cualquier año hidrológico durante la fase de sulfuros, la precipitación acumulada excediera los 750 mm, se instalarían sifones y se dejarían listos para su uso. La descarga sólo comenzaría una vez que se superaran los límites del borde libre. Durante un periodo como ese, se suspendería el bombeo desde el tajo abierto para reducir el requerimiento de descarga. Sólo se permitirá la descarga desde el depósito de relaves si la calidad del agua almacenada en éste cumpliera con los criterios de calidad de descarga del MEM. En el improbable caso de que la calidad de agua de descarga del depósito de relaves no cumpliera con dichos límites, el exceso de agua podría ser temporalmente devuelto al tajo abierto.
- El área superficial del depósito de relaves estará siempre saturada y por lo tanto, las partículas de relaves no estarán su
La saturación de los relaves se logrará mediante la descarga perimetral y/o -acuática de éstos.

5.2.5 Controles ambientales de derivación del río

Una de las preocupaciones de los habitantes de la localidad en el área del proyecto es la posibilidad de que los trabajos de derivación no pudieran controlar o canalizar el caudal del río Piura. En este aspecto, la derivación del río Piura ha sido diseñada para evitar los impactos ambientales potenciales y permitir el flujo efectivo de las aguas del río Piura de manera controlada.

La derivación ha sido diseñada con un canal piloto de 200 m de ancho, dentro del cual el río Piura podrá encontrar libremente su propio lecho. Se considera que el ancho del canal piloto es suficiente para evitar la reducción del caudal de agua y reducir la erosión de las pendientes del canal piloto.

El dique de derivación podrá tolerar una crecida con un periodo de retorno de 500 años, que es mayor que el caudal pico registrado durante el fenómeno de 1998. La posibilidad de que se produzca un caudal mayor que éste durante la vida del dique deflector que se propone construir, es de aproximadamente 2 por ciento.

Las actividades de construcción serán realizadas durante la temporada seca para minimizar la influencia del río. El material excavado será utilizado para la construcción del depósito de relaves o será acumulado en la pila de almacenamiento del material de cubierta. El tamaño promedio del material a emplearse para el rip-rap del dique será 80 cm, y será acomodado en una capa de 1.6 m de espesor. Esta protección ha sido diseñada para evitar la socavación del pie del talud exterior del dique. La base será protegida de la socavación mediante un paramento exterior. Durante la operación de la mina, se podrían agregar espigones de ser necesario, para ayudar a orientar el río alrededor del acodamiento y minimizar así el impacto directo de las aguas del río contra el dique de derivación.

El canal de derivación de la Quebrada Carneros ha sido diseñado para un caudal de $700 \text{ m}^3/\text{s}$ (caudal instantáneo pico del fenómeno de El Niño de 1998). Para calcular las dimensiones de las secciones de las alcantarillas rectangulares, se ha usado un caudal de $15 \text{ m}^3/\text{s}$, que corresponde a la avenida diaria anual promedio estimada,

La Quebrada Carneros discurrirá por un canal de derivación que será excavado entre el dique de derivación y el botadero de roca estéril. La altura máxima del dique, cuya cresta se ubicará a 68.5 msnm, será de 7.5 m. La margen derecha y una parte de la solera, estará protegida con rip-rap, mientras que la margen izquierda no llevará

Se ha diseñado un dique secundario, cuya cresta se ubicará a una cota de 68.5 msnm, para proteger las casas existentes que se ubican en la explanada de la Quebrada Carneros, al norte del tajo abierto, en caso de presentarse una crecida súbita del río.

5.2.6 Controles ambientales de las instalaciones auxiliares

El objetivo del control ambiental para las instalaciones auxiliares es minimizar los impactos a los recursos de agua y aire durante la operación y cierre. Durante el diseño y operación de las instalaciones auxiliares, se implementarán las estrategias para minimizar los impactos ambientales que pudieran generarse desde las instalaciones auxiliares.

El Niño

Todas las instalaciones de la mina han sido diseñadas para comportarse de manera segura durante un fenómeno de El Niño. Las estructuras de derivación del río y manejo de agua, así como la presa del depósito de relaves, han sido diseñadas asumiendo que se producirá por lo menos un fenómeno de El Niño extremo durante la vida de la mina.

La estabilidad física del depósito de relaves ha sido diseñada considerando la posibilidad de que ocurran fenómenos de El Niño incluso más severos con posterioridad al cierre de la mina.

Suministro de agua

El agua es un recurso muy valioso y escaso a lo largo de la toda la costa peruana. En el departamento de Piura, la disponibilidad de agua siempre ha sido un factor importante para la provisión de agua potable y para su uso en la agricultura. El Proyecto Tambogrande ha sido diseñado para minimizar el consumo de agua fresca y optimizar la reutilización de ésta.

Durante las fases de los óxidos y los sulfuros, los requerimientos totales de agua en la planta concentradora serán de 132 L/s y 515 L/s, respectivamente. Esto representa aproximadamente 95 por ciento del requerimiento de agua total para la mina y las instalaciones relacionadas. El 5 por ciento restante corresponde a la demanda del campamento minero, las oficinas y las demás instalaciones auxiliares. La mayor parte del agua será recirculada desde el depósito de relaves, lo que proporcionará

aproximadamente el 68 por ciento del volumen requerido en la planta durante la fase de óxidos y el 74 por ciento del volumen requerido en la planta durante la fase de sulfuros. El resto de agua que se requiere en la planta será bombeada desde el tajo abierto, cuando se presenten condiciones climáticas normales o húmedas.

Durante los meses secos prolongados y/o años secos, se obtendrá el agua de reemplazo del acuífero aluvial de San Francisco, ubicado a 7 km al Este del área de la planta. La cantidad de agua que sería bombeada desde el acuífero de San Francisco podrá variar entre 56 y 183 L/s, dependiendo de la etapa de la operación. Se usará un sistema de suministro de agua de tipo galería de infiltración (pozo horizontal), debido a la poca profundidad a la que se ubica el acuífero.

El agua será transportada desde la galería de infiltración adyacente a la Quebrada San Francisco a través de la tubería enterrada de 7.5 km hasta un tanque de almacenamiento de agua fresca/contra incendios a ubicarse en la planta. La mayor parte del agua será bombeada al tanque de agua de recuperación como agua de proceso. El resto de agua será tratada y usada como agua potable, para ser distribuida a las diferentes instalaciones en la mina. El agua almacenada en la parte baja del tanque será reservada para usos en caso de emergencia.

El pueblo, incluyendo las áreas reubicadas, continuará extrayendo agua potable del sistema de irrigación de San Lorenzo a través del sistema de distribución y tratamiento de agua municipal existente. Este operará de manera independiente del sistema de agua de la mina, a pesar de que la mina podrá complementar los suministros municipales, en caso de emergencia durante la vida de la mina.

Tratamiento de aguas residuales y de desechos domésticos

Las aguas residuales del campamento, instalaciones de servicio de la mina, oficinas y la concentradora serán bombeadas a las pozas de tratamiento, cuyo tamaño se ha calculado sobre la base de 750 personas a 250 litros/persona/día, ubicadas aproximadamente a 250 metros al sureste del campamento. La instalación de

tratamiento consiste de una poza simple de dos celdas, con un tiempo de permanencia de 20 días, que empleará procesos de descomposición aeróbica y anaeróbica. Las dos celdas serán configuradas para que puedan operar en serie o en paralelo, con el fin de permitir la eliminación periódica de los lodos. Las celdas serán excavadas en tierra y contarán con diques perimetrales. El efluente tratado será descargado al canal de drenaje adyacente. La calidad de agua del efluente cumplirá con los estándares de descarga para operaciones mineras, mientras que la DBO será inferior a 45 mg/L. El lodo, después del secado, será descargado en el depósito de relaves, usado para la rehabilitación, enterrado en la pila de roca estéril o utilizado como abono.

Las aguas servidas de la municipalidad serán tratadas en un nuevo sistema de tratamiento que será construido como parte del programa de reubicación del pueblo. Las aguas tratadas de esta instalación serán descargadas al río Piura.

Eliminación de desechos sólidos domésticos

Los desechos sólidos domésticos generados en las instalaciones de la mina serán eliminados en un relleno sanitario. El área de la mina comprenderá un campamento para 250 personas. Se estima que aproximadamente 200 de ellas serán trabajadores de la mina, mientras que el resto serán sus familiares. Considerando que estos trabajadores no viven en el campamento, sino que pasan la mayor parte del tiempo trabajando en la mina, se estima que aproximadamente 450 personas generarán desechos sólidos durante la operación de la mina. La generación domésticos promedio en el Perú es de aproximadamente 0.7 kg/día/persona. Por lo tanto, la generación de desechos sólidos domésticos diaria en la mina será de 315 kg. Durante los 12 años de vida de la mina, el volumen total de desechos domésticos que se generará se estima en 1.38 millones de kg.

Los desechos sólidos domésticos serán eliminados en un relleno sanitario. El tamaño del relleno ha sido diseñado considerando una densidad, después de la compactación -situ de los desechos, de 300 kg/m³ (Henry y Heinke, 1999). El espacio requerido para almacenar todos los desechos sólidos domésticos que se generarán

durante la vida de la mina es de 4600 m³. El relleno sanitario requerirá por tanto de una área de 2,500 m² (50 x 50 m) y una profundidad de 5 m, incluyendo una profundidad adicional de 20 por ciento para ubicar las capas de cobertura. El relleno sanitario estará ubicado entre el depósito de relaves y la pila de almacenamiento de material de cubierta.

Almacenamiento de combustible

Los tanques de almacenamiento de combustible estarán protegidos contra derrames potenciales, para lo cual se adoptarán las siguientes medidas:

- Se construirá un sistema de contención secundario con un volumen de almacenamiento equivalente al 110 por ciento de la capacidad del tanque más grande, con una cubierta impermeable en la parte inferior y en los lados¹.
- Un contratista especializado llenará los tanques.
- Los camiones de distribución serán llenados directamente de los tanques.
- Se mantendrán inventarios actualizados, efectuándose comparaciones del producto almacenado con las lecturas del surtidor y los registros de entrega.
- Las inspecciones del tanque serán realizadas con el fin de verificar si hubo una fugas o deterioros del sistema que pudieran causar un derrame.

Se instalará un sistema de protección para evitar el exceso de llenado de los tanques. Cada tanque contará con un sistema visible o sonoro para alertar al personal para detener el flujo de combustible en el tanque lleno.

Los tanques que son puestos fuera de servicio serán desmantelados y revisados para determinar si se requiere alguna medida correctiva. El procedimiento para abandonar los tanques será el siguiente:

- Cualquier líquido o sedimento residual que exista en el tan eliminado de manera adecuada;

¹ Art. 39, D.S. No. 052-93-EM: Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos.

- Los gases remanentes en el tanque serán reducidos a menos del 10 por ciento de la unidad inflamable más baja; y
- El acceso se hará siempre por la parte superior del tanque, de manera que pueda ser completamente llenado con material inerte.

Antes de la rehabilitación de la zona, se evaluarán las condiciones existentes, con el fin de determinar la magnitud del posible impacto en los suelos y el agua subterránea, si lo hubiere, causado por el almacenamiento de combustible. Todo suelo que se encuentre contaminado con petróleo, tal como se define en las normas aplicables, será eliminado y depositado en el relleno o tratado de acuerdo con las normas vigentes.

El almacenamiento de combustible estará ubicado al lado de la carretera de acarreo principal entre el tajo y la planta de chancado, después de la instalación de servicios de la mina. Durante la etapa de explotación de los óxidos y de los sulfuros, el contratista podrá usar esta área para el almacenamiento de combustible. Se construiría un área para combustible, revestida y con bermas de protección, al inicio del proyecto.

Disposición de aceites usados

Se adoptarán las siguientes precauciones para el manejo del aceite usado:

- Cada taller de mantenimiento contará con un contenedor para aceites usados; y
- El Proyecto Tambogrande contará con un tanque de gran capacidad para el almacenamiento temporal del aceite usado proveniente de las instalaciones de mantenimiento. Finalmente, el aceite usado será separado del agua con un separador de agua/aceite y luego enviado fuera de la zona para su tratamiento.

Eliminación de desechos peligrosos

Cualquier desecho peligroso generado en la mina (solventes, etc.) será manejado de manera separada y no será colocado en el relleno. Los enviados a otro lugar para su tratamiento.

5.2.7 Manejo, manipulación de materiales y sustancias tóxicas y peligrosas

Todos los materiales comprados o usados en la mina o puerto tendrán Hojas de Seguridad de Materiales (Material Safety Data Sheets - MSDS). Se llevará un inventario de los materiales peligrosos. Se proporcionará equipo de protección personal para ser usado cuando se manipule materiales peligrosos. Cuando sea posible, se especificará el uso de materiales no peligrosos.

La lista de los reactivos que se tiene previsto usar en la planta para el tratamiento de los óxidos y los sulfuros se ha descrito anteriormente en las Secciones 4.4.1 y 4.4.2, respectivamente. Un resumen de los consumos previstos para cada uno de los reactivos a utilizar se presenta en las Tablas 4.9 y 4.13. Las MSDS de los reactivos a utilizar se incluyen en el Anexo IV. Las MSDS presentan una descripción detallada que comprende las precauciones para uso e información para la manipulación segura de cada reactivo.

Se proporcionará un contenedor secundario para todo el almacenamiento externo de los productos derivados del petróleo, reactivos y químicos, para eliminar el riesgo de derrame al medio ambiente. El contenedor proporcionará almacenamiento de 110 por ciento de la capacidad del contenedor más grande y será construido con materiales impermeables.

Los desechos peligrosos se mantendrán físicamente separados de los otros desechos y serán tratados de acuerdo con las recomendaciones indicadas en los Artículos 96 - 99 de la Ley General de Salud N° 26842. Se proporcionará una capacidad de almacenamiento adecuada, así como contenedores secundarios para las baterías usadas, aceite y solventes que permitan su embarque y traslado a instalaciones de eliminación en otros lugares. Se proporcionarán instalaciones para permitir el reciclado y reuso del aceite usado y otros materiales como madera y acero. Se llevarán registros de las cantidades y métodos de eliminación de cada uno de los desechos peligrosos.

Los desechos no peligrosos que contengan desechos domésticos serán eliminados en una área de relleno donde se pueda aplicar periódicamente una cubierta adecuada. Se elaborarán e implementarán los procedimientos para la eliminación de todos los materiales peligrosos, industriales no peligrosos o domésticos.

Manhattan preparará un Manual de Procedimientos y Plan de Contingencias para el transporte, carga y descarga, almacenamiento, control y manipuleo de cianuro, mercurio y otras sustancias tóxicas o peligrosas, conforme a la Resolución Directoral -2000-EM/DG y Resolución Directoral N° 134-2000-EM/DGM.

El transporte de estas sustancias desde o hacia la zona de operaciones se realizará en envases de alta seguridad y con empresas de transporte debidamente registradas ante el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) y que cuenten con vehículos especialmente diseñados para el transporte de dichas sustancias. Para la manipulación, transporte y almacenamiento de las mismas se tendrá en cuenta las recomendaciones contenidas en las hojas MSDS.

5.2.8 Manejo de actividades durante la etapa de construcción

Esta sección del Plan de Manejo Ambiental describe las medidas que Manhattan implementará para controlar y mitigar los impactos ambientales potenciales durante las etapas de construcción y desarrollo del Proyecto Tambogrande.

Desbroce y apilado de suelo orgánico

Antes de iniciar la construcción de las instalaciones del Proyecto, Manhattan retirará y apilará el suelo orgánico que será usado en la reha ubicaciones de las pilas de suelo orgánico se presentan en la Figura 4.2. Se establecerá el drenaje alrededor de éstas y las pilas serán recontorneadas y sembradas para minimizar la erosión. Las pilas serán identificadas con se recursos de tierra vegetal recuperable.

lementará otras medidas de control de arrastre de sedimentos, como cercos de fardos de paja para reducir el arrastre de sedimentos durante la etapa de construcción.

Control de polvo

Una vez que se ha eliminado la vegetación y la tierra vegetal del área de se podría generar polvo por la acción del viento. Se usarán camiones de agua para regar las áreas alteradas y evitar así la generación de polvo. También se podrá usar supresores químicos para mejorar la eficiencia del control de polvo.

5.2.9 Derrames

Se usarán las siguientes medidas para evitar y contener los derrames de los tanques de almacenamiento de combustible, aceite, cianuro y químicos:

- Todos los tanques serán monitoreados visualmente de manera diaria;
- Donde sea posible, se instalarán indicadores de nivel;
- Se realizarán inspecciones de los tanques de manera regular para revisar si hay fugas o derrames;

adecuadas para la manipulación de este material.

Los planes de respuesta ante derrames y de emergencia, proporcionarán estrategias de prevención y respuesta en caso de derrames durante la manipulación y transporte de concentrados.

apropiada los explosivos no usados..

5.2.12 Control de la erosión

Durante la construcción y desmantelamiento de las instalaciones, el riesgo de erosión del suelo expuesto o nivelado durante la excavación alcanzará su nivel más alto. Durante las operaciones y en la fase posterior al cierre, este riesgo será menor. Las siguientes medidas de control se aplicarán a todas las fases del proyecto, cuando y donde sea necesario.

El suelo expuesto será cultivado nuevamente para aumentar el contenido de material orgánico y proporcionarle una mayor cohesión. Alternativamente, las pendientes serán niveladas y cubiertas con rip-rap. Sobre la base del potencial de erosión, también se pueden usar materiales de estabilización del suelo como tejido geotextil, cubierta de retención de humedad o rip-rap para controlar la erosión en la fuente.

Las estructuras de control de sedimentos serán diseñadas y construidas donde sea necesario, para reducir la carga y transporte de éstos. En los casos de cursos de agua adyacentes a las áreas de construcción, se creará una zona de amortiguación en la que no se permitirá la acumulación de desechos acumulados ni de suelos perturbados. Se

construirán pozas de recolección de sedimentos según sea necesario para recolectar la escorrentía del agua superficial y permitir la sedimentación del material erosionado.

Todos los contratistas deberán seguir las prácticas de construcción diseñadas para minimizar las perturbaciones.

5.2.13 Rehabilitación y revegetación en marcha

La rehabilitación y revegetación (previstas en el plan de restauración) constituyen parte integral del Proyecto y se realizarán a lo largo de las fases de construcción, operación y cierre. El objetivo de los planes de rehabilitación desarrollados para cada parte del Proyecto es establecer las condiciones que permitan lograr condiciones comparables o mejores que las existentes en las tierras en este momento. Un aspecto importante de la rehabilitación será la conservación de los suelos, la que será practicada cuando sea posible y el suelo orgánico será recuperado y almacenado para ser usado en futuras actividades de rehabilitación. Los procedimientos de conservación de suelos reducirán la pérdida de erosión por efecto del agua y del viento. Con el fin de minimizar la erosión, las pendientes laterales de las pilas de almacenamiento no excederán las pendientes de diseño y las pilas serán estabilizadas con vegetación o material apropiado

Manejo del suelo orgánico

Se colocará una pila que contenga suelo orgánico y bancos de semilla (en los 0.5 m superiores del suelo) al norte de la carretera de acarreo, adyacente al depósito de relaves. Se estima que se almacenarán 400,000 m³ de tierra vegetal en esta pila. La Figura 4.2 muestra la ubicación de la misma.

La pila será recontorneada y sembrada tan pronto como sea posible, para promover el desarrollo de una capa de vegetación que evite la erosión del suelo durante la vida de la mina. Durante el cierre, se usarán estos materiales para la rehabilitación de las

instalaciones auxiliares, carreteras y el área de almacenamiento de la roca estéril, a los que se pueda tener acceso de manera segura.

Revegetación

El objetivo de la revegetación será retornar el terreno a las condiciones existentes antes del Proyecto, en la medida en que esto sea posible. Antes de iniciar los trabajos de rehabilitación, se elaborará un plan de revegetación para proporcionar las pautas generales y prácticas de revegetación específicas.

Tal como se describe en el plan de cierre del tajo abierto, las paredes del tajo se dejarán en un estado estable, pero no serán rehabilitadas. Todas las demás áreas de la mina Tambogrande serán recontorneadas, niveladas y serán revegetadas nuevamente.

Después que se de la nivelación de cada área, se echará suelo o material de cultivo. En la mayoría de los casos, el suelo habrá sido recuperado de la zona, apilado y almacenado antes del inicio de las actividades de extracción, durante la etapa de construcción. Habrán áreas en las que el suelo necesite ser traído de otros lugares. En cualquier caso, los suelos o el material de cultivo será analizado con el fin de asegurar que las condiciones sean favorables para que crezcan las plantas y se evalúen los requerimientos de fertilizantes. Una vez que se coloque el suelo o el material de cultivo, el área será preparada para el cultivo agregándole los nutrientes adecuados. Se plantarán semillas al término de la primera temporada seca después de la culminación de los trabajos de movimiento de tierras. Según sea necesario, se usará una cubierta de retención de humedad u otro material para estabilizar el área rehabilitada.

La selección de las especies apropiadas (tanto nativas como no nativas) para la revegetación se basará en el tipo de suelo y el uso de tierra propuesto. En general, las comunidades de plantas existentes antes de la perturbación representan el potencial biológico máximo a largo plazo para la zona, por lo que usualmente, es recomendable incluir estas especies en la mezcla de semillas para cultivo.

Con el fin de asegurar el éxito del programa de revegetación, se evaluará la conveniencia de los materiales de suelo y especies de plantas haciendo pequeñas pruebas antes de iniciar las actividades de rehabilitación finales.

5.2.14 Protección de tierras de cultivo y bosques

Una de las principales preocupaciones de la población local es el efecto negativo que pudiera tener la mina Tambogrande en las tierras de cultivo del valle de San Lorenzo y en el bosque seco de algarrobos de la margen izquierda del río Piura. La preocupación está referida principalmente a la contaminación potencial que podrían ocasionar las partículas de polvo transportadas por el viento a las tierras de cultivo y al bosque seco, así como la contaminación potencial del agua subterránea y depresión de la napa freática.

La protección de las tierras de cultivo y bosques secos está directamente relacionada con el control de las emisiones de polvo, la posible contaminación del agua subterránea y los cambios del nivel de la napa freática en los alrededores de la mina.

En las secciones anteriores del Plan de Manejo Ambiental, se han presentado las medidas propuestas para el control de emisiones atmosféricas del tajo abierto, del depósito de relaves, de las pilas de roca estéril y de las carreteras. Se logrará la protección de las tierras de cultivo de la contaminación de polvo a través del control de las emisiones en las fuentes.

Se evitará la contaminación potencial de agua subterránea causada por la filtración del depósito de relaves mediante la construcción de un revestimiento de PEAD y bentonita en la base del depósito.

El efecto potencial del proyecto en los niveles de la napa freática de los acuíferos locales se evalúa en el Capítulo 6 de este informe.

5.3 Plan de Contingencia Ambiental

Esta sección presenta el Plan de Contingencia Ambiental elaborado para responder a eventos potenciales durante las etapas de construcción, operación y cierre.

5.3.1 Respuesta en caso de emergencia

Los vehículos de emergencia y el personal de emergencia entrenado estará ubicado y disponible en la mina para manejar cualquier situación de emergencia prevista, lo cual comprenderá cuadrillas entrenadas de rescate y contra incendios que usen equipo y vehículos de la mina, además de una ambulancia que estará ubicada permanentemente en la mina.

Se dispondrá lo necesario para contar con una capacidad de respuesta de evacuación en caso de emergencia, que será coordinada con las autoridades locales, y se establecerán los procedimientos para la respuesta y reporte de incidentes de cualquier emergencia que pudiera presentarse en la mina. Los procedimientos de respuesta y reporte en caso de emergencias comprenden, como mínimo, las siguientes consideraciones:

- Acciones médicas y de respuesta en caso de emergencias, que serán implementadas en respuesta a situaciones de emergencia que pudiesen ocurrir;
- Una descripción de la ubicación de las herramientas, equipo, materiales y equipo de protección disponible en el lugar para apoyar en respuestas en casos de emergencias.
- Una descripción de los procedimientos de supresión de fuego adecuados para los diferentes materiales que puedan ser usados o almacenados en el lugar.
- Ejemplos de los materiales, reactivos, combustibles y otros materiales potencialmente peligrosos que puedan ser usados o almacenados y las acciones de respuesta en caso de emergencia para dichos materiales.

- Identificación del personal que deberá ser contactado o notificado en caso de presentarse una emergencia, incluyendo números de teléfono con acceso directo las 24 horas del día.

Contactos durante situaciones de emergencia originadas por derrames

La compañía elaborará un Plan de Prevención, Control y Respuesta para Derrames (Plan PCD) para el Proyecto. El Plan PCD identificará a una persona, el Coordinador proporcionar la asistencia técnica y coordinación para responder a un derrame. El Coordinador PCD también será responsable de elaborar, revisar y asegurar que los procedimientos, inspecciones, y entrenamiento descrito en el Plan PCD sean implementados. Además del Coordinador de PCD, el Plan PCD definirá las responsabilidades del personal de operaciones para identificar, reportar y responder en caso de derrames. El Plan PCD comprenderá una sección de comunicaciones que identifique y proporcione números administrativo y de respuesta en caso de emergencia a quienes se debe notificar en caso de un derrame. Se deberán identificar a los reemplazos del personal importante para garantizar una cobertura de 24 horas al día, siete días a la semana. En general, el Plan PCD indicará a cualquier trabajador que descubra un derrame que reporte este hecho de manera inmediata a la instalación apropiada o supervisor de turno y al Coordinador de PCD. Dependiendo de la naturaleza del derrame, el Coordinador PCD podrá contactar al personal administrativo o a representantes que no sean de la compañía (por ejemplo, agencias reguladoras o representantes de la comunidad) para que reporten el derrame. El Coordinador o supervisor PCD trabajará con el personal de la mina para aislar o eliminar la fuente del derrame y desplegar los materiales y equipo que sean necesarios para contener y recuperar el material derramado. La persona que descubra el derrame elaborará un informe describiendo el hecho que será proporcionado al Coordinador de PCD, al gerente de departamento, y al gerente general de la instalación y que se conservará en los archivos de la instalación.

Objetivos de entrenamiento adicionales

La compañía formará las cuadrillas de rescate, compuestas de por lo menos 10 personas, debidamente entrenadas y con todo el equipo de rescate necesario. Los miembros del equipo de rescate serán seleccionados entre los trabajadores más experimentados de la mina. Serán entrenados en relación con las instalaciones de la mina, y tendrán las actividades de razonamiento precisas y sentido de responsabilidad para llevar a cabo sus obligaciones de respuesta en caso de emergencia. El entrenamiento del equipo de rescate será realizado de manera regular e incluirá respuestas a las situaciones de emergencia simuladas. El entrenamiento para emergencias enfatizará y se basará en el concepto de equipo para promover la seguridad del trabajador para responder a situaciones de emergencia.

Cuando se produzca una emergencia seria, se seguirán los siguientes procedimientos:

- Se enviará una notificación al MEM, de acuerdo con las normas legales vigentes.
- Todas las normas de seguridad dictadas por las autoridades mineras correspondientes serán observadas con el fin de rescatar a las posibles víctimas y evitar complicaciones durante las operaciones de rescate y respuesta en caso de emergencia.
- El líder de la operación de rescate y respuesta en caso de emergencia pedirá asistencia a los grupos de apoyo locales, instituciones y la municipalidad según corresponda.

Se dispondrá de equipos de extinción de incendios en todo el Proyecto y en ciertos equipos. Los trabajadores recibirán instrucciones respecto a la ubicación y entrenamiento en el uso adecuado del equipo para extinción de incendios. Se proporcionarán los avisos que identifiquen la ubicación del equipo para extinción de incendios. Se construirán estaciones de respuesta en caso de emergencia en zonas apropiadas alrededor del área para proporcionar equipo de comunicación y suministros para respuestas en caso de emergencias y facilitar de esta manera una pronta respuesta ante situaciones de emergencia. Las ubicaciones de estas estaciones

de respuesta en caso de emergencia serán claramente identificadas y se llamará a los trabajadores al respecto en los programas de entrenamiento.

5.3.2 Plan de contingencia de derrames

En armonía con los requerimientos aplicables por las leyes peruanas, y los objetivos de la Política Ambiental de la Compañía, se elaborará un Plan de Prevención de Derrames, Control y Respuesta para Derrames (Plan PCD) específico para el Proyecto. El objetivo del Plan PCD será proporcionar una descripción del personal, equipo y procedimientos diseñados para prevenir, controlar y responder a derrames de materiales y desechos o descargas accidentales en el Proyecto Tambogrande. El Plan PCD detallado será elaborado con el fin de:

- Proporcionar información específica del lugar sobre prevención de derrames y las medidas de control a aplicarse;
- Proporcionar pautas sobre los procedimientos adecuados de respuesta en caso de derrames, incluyendo las medidas de control y rehabilitación y los requerimientos de presentación de informes;
- Designar a las personas responsables de la prevención de derrames, respuesta, presentación de informes y entrenamiento; y
- Proporcionar entrenamiento para todos los trabajadores en prevención de derrames, control y reporte.

El Plan PCD identificará a aquellos materiales y desechos para los cuales se deben elaborar las medidas de prevención, control y respuesta para derrames. El Plan PCD tratará los siguientes materiales:

- Líneas de conducción de relaves, de bombeo de agua del tajo, y cualquier otra tubería que transporte agua contaminada.
- Productos de petróleo: combustible diesel, gasolina, propano, fluidos hidráulicos, aceites usados, aceites lubricantes, grasa y solventes de limpieza.

- Productos químicos: reactivos, ácidos, químicos de laboratorio, productos de mantenimiento y solventes.

El Plan PCD será modificado según sea necesario, para tratar los materiales y desechos que serán usados o generados en el Proyecto Tambogrande para que la prevención, control y respuesta para derrames sean los apropiados.

Medidas de prevención de derrames

El Plan PCD identificará las medidas que serán implementadas para evitar derrames. Estas medidas serán elaboradas evaluando las aplicaciones específicas, equipo y almacenamiento para materiales o desechos particulares. Las medidas de control comprenderán:

- Procedimientos adecuados de limpieza y mantenimiento;
- Controles de ingeniería, que comprenden sistemas de contención (tanques, válvulas, tuberías y conectores);
- Procedimientos de manejo de materiales, procedimientos de transferencia y llenado, procedimientos de manejo, y prácticas de eliminación;
- Instrumentos, que comprenden medidores, indicadores de nivel y alarmas; y,
- Inspecciones de rutina a las instalaciones para documentar la operación y mantenimiento adecuado de las áreas de almacenamiento activo.

Los trabajadores serán entrenados en el uso y la aplicación de las medidas de prevención de derrames y en la importancia del uso y manejo adecuados de todos los materiales y desechos.

Equipo de control de derrames

Se identificarán e instalarán o usarán las estructuras de contención o dispositivos en los que se almacenen, usen o generen los materiales o desechos, para contener cualquier derrame que pudiera ocurrir. Los ejemplos de medidas de contención

comprenden las bermas de tierra o concreto, las pozas de recolección, tuberías de olectores de aceite y estaciones de trabajo contenidas.

La contención para áreas de almacenamiento a granel (por ejemplo, tanques de almacenamiento de petróleo) será diseñada para proporcionar una capacidad suficiente de retención del volumen de material almacenado equivalente a 110 por ciento del contenedor de almacenamiento más grande que exista en el área.

Además de las estructuras de contención, se proporcionará el equipo capaz de capturar o limitar la extensión de un derrame. En todas las zonas en las que se puedan producir derrames menores, se contará con el equipo necesario para responder a derrames menores, incluyendo cilindros, ropa de protección, material absorbente, bolsas y limpiadores. Asimismo, se contará con el equipo para movimiento de tierras usado en la zona para responder a grandes derrames. Los tipos de equipo para movimiento de tierras disponibles comprenden retroexcavadoras, cargadores frontales, camiones de acarreo, bulldozers y niveladoras. Este tipo de equipo estará disponible para contener y eliminar el material derramado y cualquier medio (por ejemplo, suelos) que pudiera estar contaminado por el derrame.

Procedimientos de respuesta en caso de derrames

Un trabajador que descubra un derrame deberá seguir inmediatamente los siguientes pasos:

- Identificar y, de ser posible detener la fuente del derrame;
- Contener el material derramado, de ser posible;
- Determinar el tipo y cantidad de material derramado e identificar la ubicación del derrame;
- Comunicarse con el Coordinador o supervisor de PCD para reportar el derrame; y
- Esperar las instrucciones del Coordinador o Supervisor de PCD.

El Coordinador de PCD proporcionará asistencia técnica en relación con la fuente de control apropiada, contención y limpieza. El Coordinador o supervisor de PCD también coordinará el uso del equipo disponible para contener y limpiar el material derramado. En general, los líquidos recuperables serán devueltos a una área de almacenamiento seguro o al circuito del proceso, o se colocarán los materiales contaminados en el depósito de relaves o serán eliminados a una área de contención apropiada a la naturaleza del material derramado.

Reporte y documentación de derrames

Cualquier trabajador que descubra un derrame deberá elaborar un informe describiendo el incidente. El informe comprenderá, por lo menos, la siguiente información: fecha del incidente, ubicación de la liberación, material liberado, un estimado de la cantidad de material liberado, y la cantidad de material recuperado. El informe deberá también indicar los medios afectados (suelos, agua), las acciones tomadas para contener, recuperar y eliminar el material liberado, métodos y ubicación de eliminación de cualquier material o medio afectado eliminado de la zona de liberación y causa de la liberación.

Este informe será entregado al Coordinador de PCD, el gerente del departamento en el que se produjo el derrame y al gerente general de la instalación. El Coordinador de PCD será responsable de determinar la necesidad de asegurar la comunicación de cualquier reporte interno o externo más allá del informe del incidente

Capacitación

La prevención, control y respuesta para derrames estarán incluidas en la capacitación inicial y de actualización proporcionada a todos los trabajadores. La capacitación comprenderá una explicación de las buenas prácticas de limpieza, uso adecuado del equipo para promover la prevención del derrame, identificación de controles de ingeniería diseñados para evitar derrames e instrucción en el uso de equipo de

protección adecuada durante la respuesta en caso de derrame. También comprenderá una explicación de los procedimientos de respuesta adecuados en caso de derrame y la identificación de la importancia del manejo adecuado de material por consideraciones de salud, seguridad y medio ambiente. La documentación que los trabajadores han recibido en la capacitación será conservada en el archivo personal de cada trabajador. Además de los esfuerzos de capacitación formal, se realizarán reuniones de trabajo para discutir el uso de equipo y procedimientos del lugar de trabajo. Estas reuniones proporcionarán oportunidades para que los trabajadores ofrezcan sugerencias para los procedimientos de operación o uso de equipo que permitan mejorar el manejo de materiales y reducir el riesgo de derrames.

5.3.3 Plan de respuesta para El Niño

Las autoridades de pronóstico del clima normalmente predicen condiciones climáticas extremas, como sería el caso del fenómeno de El Niño. Sin embargo, la Compañía reconoce que si bien dichos estimados permiten adoptar ciertas medidas inmediatas preparatorias, el grado de inundación podría acercarse o exceder los estimados para una tormenta con un periodo de retorno de 1 en 1000 años.

Para enfrentar la posibilidad de dicha ocurrencia, la compañía:

- Pondrá en práctica un plan de respuesta al fenómeno de El Niño
- Monitoreará las predicciones del clima en el mediano y largo plazo
- Monitoreará la precipitación y los caudales de ríos
- Dispondrá de bombas y equipo en el lugar, para eventos extremos
- Estará lista para el cierre y la evacuación del tajo en una situación extrema, y
- Proporcionará un helipuerto en la zona para enfrentar dichas contingencias.

reas, de tal manera que se cumplan con los objetivos generales del plan de rehabilitación.

Se ha desarrollado un plan para asegurar que las actividades de rehabilitación se realicen en la oportunidad debida, con el fin de asegurar una rehabilitación exitosa. Este programa comprende actividades que serán realizadas antes y durante la operación, y que se extienden después del término de ésta, con actividades finales de monitoreo y rehabilitación. Una meta del programa de rehabilitación es promover una rehabilitación concurrente para reducir el monto de la rehabilitación necesaria al

término de la operación y asegurar que el terreno regrese a su uso productivo tan pronto como sea posible.

Las condiciones ambientales de línea base y los usos actuales de los terrenos y del agua se presentan en el Capítulo 3 - Condiciones Ambientales. Se han desarrollado los objetivos de rehabilitación para las áreas de la actividad minera y se ha proporcionado un plan de rehabilitación para cada una de las actividades de la mina.

En la tabla que se presenta a continuación, se incluye un resumen de los objetivos de uso de terrenos y las áreas de rehabilitación para los principales componentes de la mina. Durante la etapa de cierre, muchas de las áreas perturbadas serán rehabilitadas para convertirlas en terrenos de pastoreo o serán plantadas con vegetación herbácea (pasto), especies maderables o algarrobos.

Tabla 5.1 Objetivos de uso de tierras

COMPONENTE DE LA MINA	EXTENSIO N (km)	AREA (ha)	OBJETIVO DE USO DE TIERRAS
Tajo abierto			
Superficie del tajo abierto		69.0	Lecho del río
Botadero de roca estéril			
Superficie superior		41.3	Terreno de bosques (pasto nativo, y árboles de algarrobos)
Planta			
Instalaciones de la planta		10.0	Terreno agrícola (pasto nativo, especies de maderas y cultivos)
Depósito de relaves			
Poza de relaves		177.5	Pasto (vegetación herbácea)
Presas de relaves		42.0	
Instalaciones auxiliares			
Campamento		3.0	Terreno agrícola (pasto nativo, arbustos, vegetación herbácea y cultivos seleccionados)
Poza de tratamiento de aguas servidas		0.7	
Almacenamiento de combustible y mina		2.7	
Área de materiales de construcción		7.0	
Depósito de explosivos		0.4	
Carretera de acarreo principal		9.5	
Carreteras a otras instalaciones		7.0	
Cerco	10.8		
Lagunas de sedimentos y		2.5	
Áreas varias		90.0	
Tubería de agua fresca desde el río San Francisco	7.5		Se dejará en el lugar, enterrada.
Derivación del río			
Quebrada Carneros		6.8	Terrenos agrícolas
Dique Piura		11.2	
Dique secundario		4.9.0	
Zanjas de derivación	0.3 ⁽¹⁾		
Derivación del río Piura		28.2	Regresará al lecho del río natural
Total	18.6	485.0 ¹⁾	

(1) Esta área sólo ha tomado en cuenta los canales de derivación que serán eliminados.

El plan de rehabilitación considera los siguientes aspectos:

Estabilidad física: El tajo abierto, los depósitos de roca estéril y el depósito de relaves deberán permanecer físicamente estables luego del cierre de mina, de manera que no representen un peligro para la salud y seguridad pública, como resultado de una

falla o del deterioro físico de éstos. Ninguna de estas instalaciones deberán estar expuestas a la erosión y deberán mantener su integridad estructural bajo eventos sísmicos y de precipitaciones extremas.

Estabilidad química: Con el material generador de ácido permanentemente estabilizado, tal como se ha descrito anteriormente, la mina deberá permanecer

Uso de tierras: El diseño del plan de rehabilitación ha considerado los riesgos físicos que se presentan, el nivel de impactos ambientales, el uso del terreno que se espera lograr luego del cierre, y el aseguramiento de la productividad de los terrenos que se ubican en las zonas circundantes a la mina.

5.4.1 Tajo abierto

El concepto para el cierre del tajo abierto consiste en inundarlo y permitir que los sedimentos del río Piura llenen eventualmente toda la excavación. La Quebrada Carneros regresará a su cauce original, discurriendo por la parte central del tajo. La mayor parte del rip-rap de la base y frente del dique deflector será eliminado, con el fin de permitir que el río Piura gradualmente lo erosione y elimine el resto del dique.

La inundación del tajo se realizará de manera controlada. El volumen de agua proveniente del río Piura durante el proceso de inundación del tajo deberá ser limitado, de manera que no genere un efecto perjudicial en la calidad del agua, del río aguas abajo del tajo. En la primera fase del cierre, se formará un vertedero de roca cerca del lado oeste del dique de derivación, tal como se muestra en la

encuentra el origen de la referencia.. La elevación del vertedero y el ancho del mismo, tendrán las dimensiones necesarias para llenar el tajo en un periodo de tiempo mayor.

Figura 5.1 Cierre del tajo

- Falla de los taludes;
- Hundimiento de la superficie, y
- Erosión.

La estrategia de rehabilitación consiste en evitar la falla de los taludes, el hundimiento de la superficie y la erosión de los taludes recontorneados del material de roca estéril, para lo cual se ha previsto la colocación de una cubierta vegetal. Durante las operaciones, el área de almacenamiento de roca estéril será concurrentemente rehabilitada en la medida de lo posible, con el fin de minimizar la infiltración de la precipitación y los problemas de polvo. El área de almacenamiento será cubierta con suelo orgánico y cultivada. Se realizará el mantenimiento esporádico de los canales de derivación, así como el monitoreo de la rehabilitación y de la erosión.

Con el fin de asegurar la estabilidad del área del botadero, el diseño se basa en condiciones geológicas locales, así como en el análisis de estabilidad sísmica. Se han diseñado los taludes de los botaderos para el sismo máximo creíble (SMC). Para el estudio de factibilidad de los botaderos de roca estéril, se sele pico de terreno de 0.4 g. para el SMC, sobre la base de los resultados de la evaluación

Estabilidad química

Sobre la base de la evaluación inicial, sólo se colocará roca estéril no generadora de en los botaderos de roca estéril. Sin embargo, se realizará el muestreo y pruebas adicionales durante las operaciones para caracterizar aún más la calidad del material que será almacenado. El sistema de cubierta de vegetación y suelo controlar los regímenes de infiltración de la precipitación. Al cierre, se eliminará toda la roca estéril generadora de ácido y será colocada en el tajo abierto para ser sumergida bajo agua.

Uso de las tierras

Los objetivos de uso de tierras para la rehabilitación del área de almacenamiento de roca estéril serán restaurar la productividad del terreno y reducir los impactos visuales. La intención es retornar el terreno a su uso original. Los botaderos también podrían constituir una fuente de material de cobertura para el depósito de relaves.

El botadero de roca estéril será revegetado tan pronto como sea posible durante las operaciones. Antes de la revegetación de las superficies horizontales, se nivelará el último realce usando el material de roca estéril. Se contorneará el roca estéril no compactado, con el fin de proporcionar una cierta uniformidad a la superficie y contribuir al desarrollo de una red de drenaje superficial. Se diseñará un sistema de drenaje para asegurar que la superficie esté protegida contra la escorrentía superficial por una cubierta vegetal. Cuando se concluya con el recontorneo, se colocará una capa de 0.5 m de suelo vegetal sobre la superficie del roca estéril almacenado. Estas

Con la eliminación de las instalaciones de la planta, las áreas se mantendrán físicamente estables después del cierre y la rehabilitación concluirá con el establecimiento de una capa de vegetación.

Durante las operaciones de cierre, se requerirá de cantidades mínimas de combustible, químicos y reactivos. Cualquier material remanente luego del cierre será dispuesto de acuerdo a las siguientes prioridades:

- Devolución a los proveedores o a otras zonas de operación de la mina, tan pronto como sea posible después del cese de las operaciones, y
- Neutralización o destrucción, de acuerdo con las especificaciones del producto y eliminación de acuerdo a los requerimientos de las normas vigentes.

Estabilidad química

Se realizarán los estudios requeridos para identificar las áreas de contaminación. Se identificarán todas las áreas donde pudieran existir materiales contaminados, los que serán trasladados al depósito de relaves. Cualquier drenaje de la superficie que pueda

El principal evento hidrológico está relacionado con la precipitación máxima probable (PMP) que pudiera caer sobre el área del depósito y generar la erosión de la presa. La PMP será manejada construyendo un vertedero sobre la cresta de la presa, para garantizar una descarga segura.

La superficie de cierre del depósito será recontorneada, de manera que se reduzca la escorrentía para las precipitaciones promedio, para lo cual se ha previsto la construcción de camellones de roca estéril, que serán cubiertos con medios de cultivo. Sin embargo, será necesario nivelar la superficie, de manera que la avenida máxima probable pueda ser conducida hacia el vertedero de cierre.

El vertedero de cierre del depósito de relaves, que se muestra en los planos, ha sido diseñado para que el caudal de la PMP (731 mm en un día) ha sido dividido en periodos de 1 hora, sobre la base de los datos de Duración de Intensidad de la estación de Chulucanas, con el fin de obtener una tormenta de diseño. Esta tormenta fue luego

conducida hasta el vertedero de cierre del depósito de relaves, obteniéndose un aumento en el nivel de agua de 0.7 m, para un caudal pico de salida del vertedero de 3.2 m³/s. Se ha proporcionado un espacio de borde libre de 0.75 m, tomando en cuenta la incertidumbre hidrológica y la altura que pudiera alcanzar una ola generada por el viento. El área de captación usada para la conducción fue la estimada para la laguna final, es decir 183 ha. El conducto del vertedero revestido de rip-rap transportará el caudal del vertedero hasta el frente de la presa del depósito de relaves y desde allí hasta la poza de disipación revestida también de rip-rap que se ubicará en la zona del pie de la presa. Luego, un canal de salida sin revestimiento, conducirá el caudal desde el vertedero hasta la Quebrada Carneros.

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra el diseño del vertedero del cierre.

Figura 5.2 Plano de diseño del vertedero del cierre, cortes transversales y detalles

y

- Medio de cultivo para implantar la vegetación.

Las **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y 5.6 muestran el sistema de revestimiento del dique de arranque para la etapa de sulfuros y el diseño del plan de cierre (sección y detalles), respectivamente.

Se estableció un modelo HELP para evaluar el comportamiento del revestimiento y evaluar el volumen de agua que se espera estará disponible en la capa de grava, sobre la base de la precipitación esperada.

Tabla 5.2 Parámetros que se ingresan a HELP

PARAMETRO	CAPA 1	CAPA 2
Tipo de material (USCS)	1 – SP	1 – SP
Espesor	0.30 m	0.50 m
Porosidad	41.7% (vol)	39.7% (vol)
Capacidad de campo	4.5% (vol)	3.2% (vol)
Punto de sequedad	1.8% (vol)	1.3% (vol)
Contenido de agua de suelo inicial	1.77% (vol)	2.70%
Conductividad hidráulica efectiva	1.0×10^{-2} cm/seg	3.0×10^{-1} cm/seg

Figura 5.3 Sistema de revestimiento del Dique de Arranque para las etapas de Óxidos y de Sulfuros – Corte transversal

Figura 5.4 Plano de diseño para el cierre, corte transversal y detalles

El modelo fue aplicado para un periodo de 100 años, con el fin de representar los
ias que pudieran ocurrir en la zona. En promedio, la
percolación en la base de la capa de grava fue de 35.2 mm/año, valor que
corresponde al 24% de la precipitación total. Para un año seco, HELP estimó que la
percolación sería de 16.4 mm/año, lo que también corresponde a un porcentaje aún

Se asumió que el índice de infiltración necesario para detener la desaturación de los
relaves sería el volumen de fugas a través del revestimiento, tal como se ha señalado
anteriormente, en el diseño del revestimiento. Sobre la base del modelo de HELP
para el sistema del revestimiento, presentado en la Sección 7.4 del Estudio de
Factibilidad de los Botaderos de Roca estéril y del Depósito de Relaves, las pérdidas
esperadas en el peor caso, a partir de la base del depósito sería de aproximadamente 1

Se estableció además un modelo de SEEP/W (Geoslope, 2001) para evaluar el tiempo
necesario para que los relaves empiecen a desaturarse si no hubiera recarga desde la
superficie. Los supuestos para este modelo fueron los siguientes:

- Permeabilidad de los relaves variable entre 7.45×10^{-6} y 9×10^{-7} cm/seg;
- Coeficiente de compresibilidad volumétrica de 2.3×10^{-4} kPa⁻¹
- Porosidad entre 42 y 47%; y
- Presión de poros inicial de 30 kPa, tanto en la superficie como en la base del depósito..

Sobre la base de estas premisas, la presión de poros cerca de la superficie se habrá
disipado en 10 años, mientras que tomará alrededor de 65 años para antes que la
presión de poros en la base se disipe por completo. Esto significa que el depósito
empezará a desaturarse desde la superficie, si no hubiera una recarga durante 10 años.

Uso de las tierras

El área de depósito de relaves será rehabilitada para permitir su uso en el largo plazo, restableciendo la vida silvestre y los pastos. La principal preocupación será el restablecimiento de la productividad del terreno y la mitigación del impacto visual.

Se contorneará el área del depósito de relaves para que se mimetice con la topografía natural, en la medida de lo posible. La superficie superior del depósito de relaves y los taludes de la presa serán cubiertos con una capa de suelo orgánico, para ser cultivadas. Se usarán plantas herbáceas nativas para establecer rápidamente la cubierta de cultivo y acelerar el proceso de revegetación del área.

5.4.5 Derivación del río

Estabilidad física

Luego del cierre, la Quebrada Carneros regresará a su cauce original, discurriendo por la zona central del tajo y finalmente formando su propio cauce a través del área del tajo. El dique del río Piura será abierto progresivamente. La mayor parte del material de rip-rap será removido de la base y del frente del dique, para permitir que el río Piura lo erosione gradualmente y destruya el resto del dique. El material de rip-rap a ser removido será llevado canal de derivación de la Quebrada Carneros y su tamaño y forma serán similares al que tuvo anteriormente. El dique secundario también será eliminado. El canal de derivación del río Piura deberá entonces regresar a la co de cauce natural que tuvo antes de la existencia de la mina.

Los canales de drenaje temporal serán eliminados durante la fase de cierre. Los canales principales y las vías de accesos relacionadas que se ubican alrededor del área laves, se mantendrán para controlar las filtraciones de agua.

Todas las construcciones auxiliares serán eliminadas y con la aplicación de estas medidas y el establecimiento de una cubierta de cultivo, concluirá el proceso de

Estabilidad química

La eliminación de las estructuras de derivación y la rehabilitación de las áreas deberá asegurar que se cumplan con los estándares de calidad de agua. Durante el cierre, si se encontraran áreas que pudieran estar contaminadas con productos de pe otros elementos, se tomarán muestras del material contaminado, si lo hubiere, y éste

Uso de las tierras

Para el restablecimiento de la productividad del terreno y la reducción de los impactos visuales, se nivelarán estas áreas y se cubrirán con una capa de suelo orgánico, para ser luego sembradas con pasto nativo y cultivos seleccionados. El objetivo será restaurar estas zonas para retornarlas a su uso agrícola o de vida silvestre que tuvo originalmente.

5.4.6 El Niño

Casi todas las instalaciones de la mina y las estructuras de derivación del río serán desmanteladas y eliminadas durante la fase de cierre. Sólo permanecerá en el área el depósito de relaves, por lo que será necesario tomar precauciones especiales para asegurar su estabilidad en el largo plazo con respecto a El Niño. La precipitación máxima probable (PMP) será controlada construyendo un vertedero en la cresta de la presa, con el fin de descargar de manera segura cualquier crecida que ocurra después del cierre.

La superficie del depósito sería recontorneada, de manera que haya muy poca escorrentía cuando se presenten las precipitaciones promedio, debiendo nivelarse la superficie de manera tal, que se pueda encauzar la PMP hacia el vertedero de cierre.

El vertedero de cierre del depósito de relaves, que se presenta en los planos, ha sido diseñado para una PMP. El valor de la PMP para un día (731 mm) fue dividido en periodos de una hora, sobre la base de los datos de Duración de Intensidad, con el fin

de obtener la tormenta de diseño. Esta tormenta fue luego encauzada hacia el vertedero de cierre del depósito de relaves, obteniéndose un aumento del nivel del agua de 0.7 m , con un caudal de salida pico a través del vertedero de 3.2 m³/s.

Se ha proporcionado un borde libre de 0.75 m, tomando en consideración la incertidumbre hidrogeológica y la dimensión de la ola generada por el viento.. El área de captación usada para la laguna final fue de 1.83 km². Un conducto revestido de rip-rap conducirá el caudal del vertedero hacia el frente de la presa del depósito de relaves y desde allí hacia la poza de disipación, que también estará revestida de rip-rap. Luego, un canal de salida sin revestimiento transportará el caudal del vertedero hacia la Quebrada Carneros.

5.4.7 Instalaciones auxiliares

Estabilidad física

Las instalaciones auxiliares serán desmanteladas y removidas durante la etapa de cierre del Proyecto. Se demolerán los cimientos de concreto para ser luego cubiertos con un medio de cultivo, antes de proceder a la revegetación del área. La infraestructura de las carreteras y tuberías será eliminada al término de la extracción, a excepción de algunas carreteras de acceso, que podrían ser dejadas en el lugar para que puedan ser usadas por los pobladores locales. Se volverá a recontornear las carreteras que no sean necesarias, restableciendo los ángulos de pendiente naturales. Estas carreteras son aquéllas relacionadas con la operación minera, el área de la planta, el depósito de relaves y cualquier otra carretera adicional, que se requiera para poder tener acceso a otras instalaciones lineales. Con la eliminación de los edificios e instalaciones auxiliares (incluyendo el sistema de suministro de agua y tuberías), las áreas permanecerán físicamente estables después del cierre y luego del establecimiento de una cubierta vegetal, se podrá considerar concluido el proceso de

Estabilidad química

La remoción de las instalaciones y la rehabilitación de las áreas, asegurará que se de calidad de agua. Durante los trabajos de rehabilitación, si se encontrara que las áreas pudieran estar contaminadas con cianuro, reactivos o productos de petróleo, se extraerá muestras del material presuntamente contaminado, para ser eliminado de manera adecuada. Una vez que se concluya con los procesos de remoción y rehabilitación, las áreas de las instalaciones auxiliares no requerirán de monitoreo ni de mantenimiento adicional alguno.

Uso de las tierras

La intención es restablecer las áreas de las instalaciones auxiliares al uso original de pastoreo de ganado, uso agrícola y para la vida silvestre. Las áreas serán niveladas nuevamente, de manera que puedan mimetizarse con la topografía natural del terreno, en la medida de lo posible. Cuando se concluya con los trabajos de nivelación, se colocará una capa de suelo en las áreas alteradas, para proceder a la siembra de plantas nativas, arbustos, vegetación herbácea y algunos cultivos seleccionados.

5.5 Plan de monitoreo ambiental

5.5.1 Monitoreo en el Depósito de Relaves

El monitoreo ambiental será realizado durante el diseño, construcción, operación y cierre de la mina. Las siguientes secciones presentan un resumen de los principales componentes de monitoreo.

5.5.2 Geotécnico

Monitoreo de relaves

Durante la construcción de la presa, será necesario analizar las presiones de los poros y estabilidad del terraplén en la sección de la presa donde se presentan las arcillas suaves y arenas. Las presiones de los poros serán monitoreadas en los cimientos del relaves mediante la instalación de piezómetros neumáticos o de cables vibradores. La estabilidad del terraplén será monitoreada mediante el uso de pines de

Monitoreo a tajo abierto

Se monitoreará el talud del tajo con estaciones de control convencionales y piezómetros. Este trabajo será iniciado posteriormente durante el periodo de la mina en áreas de deficiente calidad de roca y altos taludes de pared del tajo abierto.

5.5.3 Monitoreo de flujo de agua y calidad de aire

Calidad de agua de superficie

La calidad de agua de superficie será monitoreada con 9 estaciones de monitoreo, que se presentan en el plano de la Figura 5.5. La calidad de agua será monitoreada inmediatamente aguas arriba del proyecto, en las zonas seleccionadas en la mina y aguas abajo en el río Piura.

Figura 5.5 Ubicación de las Estaciones de Monitoreo de Agua Superficial

Monitoreo del flujo de agua de superficie

El flujo de agua de superficie será medido en las estaciones seleccionadas para monitorear los flujos naturales aguas arriba y aguas debajo de la mina. Se han seleccionado las estaciones de flujo y se han ubicado en los lugares correspondientes para las estaciones de monitoreo de calidad de agua de superficie. Se tomarán las medidas de flujo tanto durante la temporada húmeda como durante la temporada seca. Debido a que los potenciales flujos de agua de superficie serán influenciados por flujos de agua subterránea hacia la mina, el monitoreo durante la temporada particularmente importante.

Monitoreo de la calidad de agua subterránea

Se instalarán pozos para el monitoreo de calidad de agua subterránea principalmente aguas abajo del área de almacenamiento de relaves / roca estéril. Se ubicarán pozos adicionales aguas arriba del área de la mina y en zonas de potenciales pasos de flujo de agua subterránea. La ubicación de los pozos se presentan en la Figura 5.6. Los pozos serán monitoreados a intervalos seleccionados para interceptar el flujo de agua subterránea potencial en los suelos superficiales, la roca/suelos de la formación Tambogrande y el lecho de roca. Durante las operaciones, el monitoreo de agua subterránea confirmará la integridad del sistema de revestimiento de la poza de relaves para reducir los niveles de filtración potenciales a cantidades insignificantes.

Figura 5.6 Ubicación de Estaciones de Monitoreo de Agua Subterránea

5.5.4 Calidad de aire y monitoreo de ruido

Se instalarán estaciones de monitoreo de calidad de aire alrededor de la mina, en particular, cerca de Tambogrande y hacia el norte y este del área de la mina (debido a la dirección de viento). El principal problema de la calidad de aire es el polvo. Por lo tanto, se instalarán las estaciones de calidad de aire en las zonas de control “con vegetación”. Ello contribuirá a monitorear los efectos potenciales de calidad de aire en la vegetación. El ruido será monitoreado anualmente para confirmar el efecto potencial del ruido, en especial en las áreas urbanas de los alrededores. Las zonas propuestas de las estaciones de monitoreo de calidad de aire se presentan en la Figura 5.7.

Figura 5.7 Ubicación de las Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire

5.5.5 Monitoreo biológico

El monitoreo biológico se centrará en los componentes terrestres y acuáticos del medio ambiente. El monitoreo biológico será integrado de manera estrecha con los programas de monitoreo de calidad de aire, calidad de agua de superficie y calidad de agua subterránea, según sea apropiado. El programa de monitoreo de ecología terrestre también será relacionado de manera estrecha con el monitoreo de suelos y cultivos agrícolas. A continuación se describen en detalle los subprogramas de monitoreo biológicos.

El enfoque del monitoreo biológico se basará en “Plan de Manejo Adaptable”, en el que se adaptará la zona y monitoreo a los indicadores biológicos observados.

Vegetación terrestre y monitoreo de cultivos

Una de las plantas regionales importantes es el algarrobo y se establecerán dos zonas de control. Una en el lado sur del río Piura, cerca de Locuto esta es un área que no debería ser afectada por la operación de la mina. La segunda estará ubicada dentro a mina y deberá experimentar un efecto mayor debido a la operación minera. En estas zonas de control, se revisará el contenido de metales en las hojas de algarrobo y otras especies vegetales. La medición se realizará en la temporada seca y en la temporada húmeda. Los pozos de monitoreo de agua subterránea estarán ubicados al lado de las zonas de control para contribuir a la correlación, si hubiere, entre los niveles de agua y salud de la planta. El crecimiento y salud de los árboles en las zonas permanentes será medido anualmente por profesionales.

Se ubicará un puesto de monitoreo de cultivos al noreste de la poza de relaves, e incluirá pozos para el monitoreo de agua subterránea y calidad de aire. El monitoreo de cultivos se centrará en cultivos para el consumo como frutas y vegetales, y en plantas de forraje para el ganado. Los cultivos claves que serán monitoreados comprenden mangos y limones, así como algarrobos. Se reunirán las muestras de la

terrestre.

Ecosistemas terrestres

Se realizará un estudio semestral en un radio de 2 km de la mina para registrar y monitorear la abundancia y diversidad de la ecología terrestre. Se monitorearán las
en el depósito de relaves en todo el periodo de operación para determinar si hay necesidad de implementar medidas de control.

5.5.6 Monitoreo acuático

El monitoreo acuático se centrará alrededor de la observación de peces y otra biota
las estaciones aguas abajo y aguas arriba de la mina. Este esfuerzo será apoyado por los resultados de los programas de monitoreo de la hidrología concurrente, calidad de agua de superficie y agua subterránea. El potencial
tica, si se produjese, sería durante la temporada seca cuando la dilución del flujo del río Piura es muy baja. Se establecerán dos áreas de muestreo principales del hábitat acuático en los ‘charcos’ de bajo flujo. Uno de ellos
de la mina, para comparaciones de línea base, y otro estará ubicado inmediatamente aguas debajo de la mina. La salud béntica y de los peces será medida en tres de los ‘charcos’ de flujo bajo en cada zona. Se espera que las
ebido a la naturaleza dinámica del río Piura.