

**Minera La Zanja S.R.L.  
Estudio de Impacto Ambiental  
Proyecto La Zanja**

**Resumen Ejecutivo**

***1.0 Introducción***

---

***1.1 Aspectos generales***

El presente Estudio de Impacto Ambiental (EIA) se ha desarrollado como parte del procedimiento que debe seguir Minera La Zanja S.R.L (Minera La Zanja) para obtener los permisos necesarios para poner en marcha el Proyecto La Zanja, el cual comprende dos yacimientos de oro con contenidos de plata denominados San Pedro Sur y Pampa Verde, los cuales por su proximidad a la superficie y el volumen de mineral diseminado, serán trabajados mediante el método de operación de tajo abierto. Los trabajos de exploración realizados en el área del proyecto, han permitido determinar la factibilidad de desarrollar dichos yacimientos, los cuales contienen un recurso minable total de 17 414 000 TM con una ley promedio de oro de 0,88 g/TM y una ley promedio de plata de 6,6 g/TM. Adicionalmente, se cuenta con un recurso de 10 066 254 TM con una ley de 0,56 g/TM, lo que representa 183 160 onzas de oro.

Luego de ser extraído de ambos yacimientos, el mineral será tratado mediante lixiviación, la solución rica será tratada mediante Adsorción/Desorción/Regeneración (ADR) con carbón activado para la obtención de plata y oro doré mediante un proceso final de fundición. La inversión estimada es del orden de US \$ 30 millones hasta el inicio de las operaciones y de US \$ 20 millones adicionales durante la misma, totalizando de esta manera una inversión de US \$ 50 millones. Con las reservas actuales, la vida del proyecto se estima en cuatro años; sin embargo, las labores de exploración continuarán con el objeto de reconocer posibilidades de mineralización en áreas circundantes, a fin de prolongar el tiempo de vida del proyecto y favorecer el desarrollo de la zona.

Minera La Zanja ha contratado los servicios de Knight Piésold Consultores S.A. (Knight Piésold) para la elaboración del Estudio de Línea Base y el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto, el cual se encuentra ubicado geográficamente en la micro cuenca de la quebrada El Cedro. Políticamente, corresponde al caserío La Zanja (también denominado La Redonda), en el distrito de Pulán, provincia de Santa Cruz de Suchabamba, departamento de Cajamarca. El área del proyecto comprende las zonas altas de este distrito (2 800 a 3 811 m de altitud)

límites con los distritos de Catache (de la misma provincia de Santa Cruz de Succhabamba) y Calquis y Tongod (provincia de San Miguel de Pallaques).

### ***1.2 Estructura del estudio de impacto ambiental***

El presente Estudio de Impacto Ambiental ha sido desarrollado teniendo en consideración lo establecido en el “Reglamento para la Protección Ambiental en la Actividad Minero-Metalúrgica” (D.S. N° 016-93-EM modificado por D.S. N° 059-93-EM, D.S. N° 029-99-EM, D.S. N° 058-99-EM y D.S. N° 022-2002-EM) y los requisitos establecidos por la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros (DGAAM) y la Dirección General de Minería (DGM) del Ministerio de Energía y Minas (MINEM). Asimismo, ha tenido en consideración los lineamientos de la “Guía para Elaborar Estudios de Impacto Ambiental” y la “Guía de Relaciones Comunitarias”. De acuerdo con esto, el presente Estudio de Impacto Ambiental incluye las siguientes secciones:

- Resumen ejecutivo
- Índice
- Introducción
- Antecedentes
- Descripción del área del proyecto
- Descripción del proyecto
- Identificación y evaluación de impactos
- Plan de manejo ambiental
- Plan de relaciones comunitarias
- Análisis de alternativas
- Plan de cierre conceptual
- Análisis costo/beneficio de la actividad a desarrollar
- Programa de participación ciudadana
- Lista de especialistas.
- Bibliografía.
- Anexos
- Figuras

## **2.0 Antecedentes**

---

### **2.1 Descripción general de las actividades del proyecto**

#### **2.1.1 Recuento de las actividades en el Proyecto La Zanja**

En 1991 Buenaventura Ingenieros S.A. (BISA) realizó un reconocimiento geológico inicial en el área de La Zanja a través de imágenes satelitales. A partir de este reconocimiento, se identificaron áreas con alteración hidrotermal en ambientes volcánicos favorables para la mineralización. Entre 1993 y 1998, Newmont Perú Limited desarrolló trabajos de exploración a escala distrital que incluyeron muestreo de rocas (afloramientos y trincheras), cartografiado 1/5 000, geofísica terrestre y aérea, así como sondajes de perforación diamantina y de circulación reversa. Estos trabajos permitieron identificar áreas con potencial de mineralización.

Entre 1999 y 2006, los trabajos realizados primero por Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. (CMBSSA) y posteriormente por Minera La Zanja, se concentraron en la exploración detallada de los prospectos más importantes (San Pedro Sur y Pampa Verde). Para ello se efectuó el cartografiado de detalle (escala 1/1 000), muestreo de rocas en trincheras, labores de reconocimiento, sondajes diamantinos (malla de perforación 50 m x 50 m) y pruebas metalúrgicas en laboratorios especializados. Durante el año 2006 se completó el programa de confirmación de recursos geológicos, así como diversas investigaciones metalúrgicas.

El 7 de setiembre de 2005 se inscribió la transferencia de los derechos mineros del proyecto efectuada por Buenaventura en favor de Minera La Zanja. Mediante escrito N° 1563371 de fecha 14 de octubre de 2005, CMBSAA informa al Ministerio de Energía y Minas que Minera La Zanja será el nuevo titular del proyecto. Mediante Resolución Directoral N° 528-2005-MEM/AAM de fecha 13 de diciembre de 2005, Minera La Zanja asume las obligaciones y compromisos del proyecto.

#### **2.1.2 Permisos existentes**

Minera La Zanja cuenta con los permisos y autorizaciones requeridas para desarrollar actividades de exploración. En el Anexo A se adjunta copia de las autorizaciones obtenidas para el proyecto a la fecha, las mismas que incluyen la aprobación de la Evaluación Ambiental y sus modificatorias; se incluye también copia del Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA).

Minera La Zanja es propietaria de los terrenos involucrados en el proyecto y dichas propiedades se encuentran inscritas en los Registros Públicos.

### **2.1.3 Derechos mineros**

La Concesión Minera otorga a su titular el derecho de extraer los minerales que se encuentran en el subsuelo dentro de los límites definidos por dicha concesión, sujeto al acuerdo con el titular de los derechos superficiales. Minera La Zanja es titular de los derechos mineros sobre los yacimientos San Pedro Sur y Pampa Verde, como se detalla en la Tabla 2.1 y se aprecia en la Figura 2.1. Las coordenadas UTM de las concesiones se presentan en la Tabla 2.2. El conjunto de las concesiones mineras señaladas, cubre en su totalidad el área que contiene a los yacimientos San Pedro Sur y Pampa Verde. Los derechos mineros de Minera La Zanja, ubicados dentro del área del proyecto, se encuentran vigentes (Anexo A).

### **2.2 Aspectos políticos, legales y administrativos**

El Gobierno de Perú, mediante el Decreto Legislativo N° 757, “Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada”, ha establecido como autoridades sectoriales competentes para la aplicación de las disposiciones ambientales – en la actualidad - de la Ley General del Ambiente a los Ministerios o los Organismos Fiscalizadores, según sea el caso, de los sectores correspondientes a las actividades que desarrollan las empresas. En este marco normativo, el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) es la autoridad competente para aplicar las normas relacionadas con las actividades minero-energéticas dentro del país, regulará y supervisará las actividades relacionadas con el desarrollo del Proyecto La Zanja, para lo cual coordinará directamente con otras autoridades los temas específicos dentro de sus respectivas competencias.

El EIA es presentado al MINEM, al Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), Dirección Regional de Energía y Minas de Cajamarca (DREM – Cajamarca) y Municipalidades Distritales de la zona del proyecto así como a la Municipalidad Provincial de Cajamarca. A través de estas instituciones, el EIA se hace público y se encuentra disponible para su revisión por parte de la sociedad civil. Las opiniones e inquietudes formuladas al EIA son consideradas en el proceso de toma de decisión del MINEM. La fiscalización del cumplimiento de las obligaciones adquiridas por Minera La Zanja como consecuencia de la aprobación del EIA y la puesta en marcha del proyecto correrán por cuenta de OSINERGMIN, de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 989-GYH/RDF.

En el Anexo B-1 se presenta el marco legal aplicable al desarrollo del Proyecto La Zanja, el mismo que incluye las normas generales a nivel nacional, tales como la Ley General del Ambiente (Ley N° 28611), la Ley General de Salud (Ley N° 26842), Ley General de Residuos Sólidos (Ley N° 27314) y su Reglamento (D.S. N° 057-2004-PCM), Ley General de Aguas (D.L. N° 17752), el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del

Aire (D.S. N° 074-2001-PCM) entre otras normas que definen los lineamientos y mandatos legales aplicables a las actividades socioeconómicas del país. Asimismo, se incluyen las normas específicas aplicables, como el Reglamento para la Protección Ambiental en la Actividad Minero-Metalúrgica (D.S. N° 016-93-EM) y sus respectivas modificatorias; la R.M. N° 315-96-EM/VMM y la R.M. N° 011-96-EM/VMM, que establecen los límites máximos permisibles de emisiones y efluentes para el sector minero; el D.S. N° 042-2003-EM que establece el compromiso previo para el desarrollo sostenible de las actividades mineras, entre otros. También se incluye la relación de las entidades gubernamentales con atribuciones sobre los proyectos mineros.

En lo que respecta al marco legal del Proyecto La Zanja, es pertinente precisar que mediante Ordenanza de la Municipalidad Distrital de Pulán, del 1 de diciembre de 2004, se creó el Área de Conservación Municipal Pulán, con una extensión de 5 504 ha. La descripción de la ubicación del área de conservación ha sido incluida en dicha Ordenanza, la cual está contenida en el Anexo B-2.

Con respecto a la citada Ordenanza, es pertinente resaltar las siguientes consideraciones:

- La Ordenanza establece los límites del área de conservación municipal aún cuando no precisa cuál es el objetivo de su creación. En consecuencia, tampoco establece cuáles son las condiciones de manejo de la misma, por lo que a la fecha no se han definido los alcances que podría tener para el Proyecto La Zanja.
- Mediante la Ordenanza se autoriza al alcalde de Pulán a fin de que “establezca normas reglamentarias para que inscriba el Área de Conservación Municipal ante el Registro de Áreas de Conservación Municipal (Intendencia de Áreas Naturales Protegidas) del INRENA, de conformidad al artículo 79 del D.S. N° 038-2001-AG – Reglamento de la Ley de Áreas Naturales Protegidas”. No obstante, las disposiciones reglamentarias sobre las áreas de conservación municipal fueron derogadas por el D.S. N° 015-2007-AG, habiéndose desactivado dicho registro sin que se haya inscrito dicha área y sin que esta pueda ser inscrita a futuro.

### ***2.2.1 Política corporativa de seguridad y medio ambiente***

En esta sección se detalla la política corporativa de Minera La Zanja con respecto de la seguridad y del medio ambiente que aplica a sus operaciones y que se hará extensiva a las actividades del Proyecto La Zanja.

### **2.2.1.1 Los valores**

Minera La Zanja cree en el valor de la persona humana como eje central de la empresa. Nuestro desarrollo se sustenta en el respeto, confianza y consideración mutua para con todos los que trabajamos en ella, para con nuestros accionistas, autoridades, socios, clientes y comunidad en general. Para lograrlo, trabajamos permanentemente en busca de la excelencia, generando riqueza en el proceso, sin desmedro del bienestar y seguridad de sus trabajadores y cuidando el medio ambiente que nos rodea, de acuerdo con la filosofía de la empresa.

### **2.2.1.2 Los objetivos en seguridad**

Minera La Zanja tiene por objetivos que todos los trabajadores lleguen a sus casas sanos y sin lesiones después de la jornada de trabajo.

### **2.2.1.3 Los objetivos en medio ambiente**

Minera La Zanja tiene por objetivos utilizar las mejores prácticas de cuidado ambiental y tecnologías económicamente factibles, para explorar, desarrollar y explotar yacimientos minerales, así como propiciar el desarrollo sostenible de las regiones donde realiza sus operaciones.

### **2.2.1.4 Los compromisos de Minera La Zanja S.R.L.**

- Usar las mejores prácticas y tecnologías disponibles para explorar y producir minerales, asegurando la disponibilidad de los recursos necesarios para este fin.
- Respetar las leyes y normas vigentes, a las autoridades, instituciones locales y en especial a la persona humana.
- Mantener un compromiso permanente con la excelencia.
- Utilizar como herramientas, el diálogo y la capacitación permanentes.
- Respetar las costumbres locales e interactuar con las comunidades donde se realizan las actividades.
- Minimizar los potenciales impactos negativos al medio ambiente.

### **2.2.1.5 Los compromisos de los trabajadores**

- Respetar a las poblaciones del entorno, así como sus costumbres, minimizando los impactos negativos que pudiesen presentarse.
- Trabajar con responsabilidad y entusiasmo, compartiendo conocimientos, corrigiendo equivocaciones y predicando con el ejemplo la forma correcta de trabajar, en búsqueda constante de la excelencia.
- Respetar y cumplir las leyes vigentes.
- Respetar a las autoridades locales y nacionales.

- Cumplir las normas, estándares y procedimientos de trabajo seguro establecidos.
- Promover el desarrollo sostenible del entorno, minimizando el impacto de nuestras operaciones.
- Actuar con eficacia para corregir las condiciones inseguras detectadas.

## ***3.0 Descripción del Área del Proyecto***

---

### ***3.1 Ambiente físico***

#### ***3.1.1 Ubicación, topografía y fisiografía del lugar del proyecto***

##### ***3.1.1.1 Ubicación***

El Proyecto La Zanja, está ubicado en el caserío La Zanja (también denominado La Redonda), en el distrito de Pulán, provincia de Santa Cruz de Succhabamba, departamento de Cajamarca. El área del proyecto comprende las zonas altas de este distrito, a una altitud que varía entre los 2 800 y 3 811 m y la zona limítrofe con los distritos de Catache (de la misma provincia de Santa Cruz) y Calquis y Tongod (provincia de San Miguel de Pallaques).

##### ***3.1.1.2 Topografía y fisiografía***

En general, la topografía del área del proyecto es accidentada en la zona donde se ubicarán los tajos y plana en la zona donde se construirán las instalaciones del proyecto. En la zona resalta la sucesión de montañas, con altitudes que fluctúan entre los 2 800 a 3 811 m y pendientes que varían entre 30 – 70%, quebradas y planicies altas, con pendientes relativamente bajas, como es el caso de la Pampa del Bramadero.

Fisiográficamente, el área del proyecto se ubica en los Andes Centrales, los que se caracterizan por la presencia de altas planicies, situados a más de 3 500 m de altitud y que han recibido el nombre de Región de la Puna o Altiplano (INGEMMET, 1987).

#### ***3.1.2 Clima y meteorología***

##### ***3.1.2.1 Temperatura***

La información disponible (datos de 25 meses de la estación La Zanja que cubren las temporadas seca y húmeda han permitido construir un año tipo. No existe información representativa adicional por parte del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). La temperatura promedio mensual del aire varía entre 7,0 y 8,2 °C; la temperatura mínima mensual promedio varía entre 3,6 y 5,7 °C; la temperatura máxima mensual promedio alcanza valores entre 11,1 y 12,3 °C.

##### ***3.1.2.2 Precipitación***

Para el análisis de precipitaciones, se contó con información de 18 estaciones pluviométricas cercanas a la zona del proyecto. La cantidad de información de cada estación fue variable dependiendo de su periodo de registro, siendo la estación Maqui Maqui la que contó con un menor periodo de registro (8 años) y la estación Bambamarca la que contó con un mayor periodo de registro (41 años).



El período de menor precipitación ocurre en los meses de mayo a septiembre y el de mayor precipitación se da entre los meses de octubre y abril. El área de estudio registra una precipitación anual promedio de 1 192 mm. El análisis de precipitación realizado por Water Management Consultants (2007), establece que la precipitación anual promedio en el área de La Zanja varía entre 1 086 mm a una altitud de 3 350 m y 1 281 mm a una altitud de 3 950 m.

Asimismo, Water Management Consultants (2007) estimó la precipitación máxima en 24 horas, realizó un análisis de las tormentas registradas en la estación La Zanja y analizó los fenómenos ENSO (El Niño Southern Oscillation) desde el año 1980 para determinar su efecto sobre el proyecto.

### ***3.1.2.3 Humedad relativa***

La humedad relativa promedio en el área fluctúa entre 83 y 93%, con un promedio de 88%, siguiendo la tendencia de la serie anual de precipitación.

### ***3.1.2.4 Evaporación y evapotranspiración***

Debido a la escasez de datos de evaporación disponibles para el área del proyecto, se realizó un estudio regional, en el que se concluyó un valor de evaporación de bandeja del orden de 900 mm/año para el área del proyecto. Asimismo, los datos de evapotranspiración disponibles de la estación La Zanja, sugieren una evapotranspiración anual del orden de 1 140 mm. La relación entre la evapotranspiración y la precipitación determina las épocas del año en que hay disponibilidad o escasez de agua.

### ***3.1.2.5 Radiación solar***

El promedio de radiación solar para el período de registro fue de 186 W/m<sup>2</sup>, con valores promedios mensuales de 148 a 253 W/m<sup>2</sup>, valores típicos de zonas alto andinas.

### ***3.1.2.6 Velocidad y dirección de viento***

El promedio anual de velocidad de viento para el período de registro es de 10,0 km/h; siendo agosto el mes de mayor intensidad. La dirección predominante del viento en el área de estudio varía entre N y NNE.

### ***3.1.3 Calidad de aire***

Las partículas respirables son aquellas que por su reducido tamaño no son filtradas por el sistema respiratorio humano y pueden asentarse en los pulmones, afectando la salud. A estas partículas se les denomina como partículas PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> y otras menores, según su diámetro aerodinámico promedio sea menor a 10μ (PM<sub>10</sub>), 2,5μ (PM<sub>2.5</sub>) y otros. Los valores de PM<sub>10</sub>

en el área del proyecto se encuentran por debajo de los valores establecidos en el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, D.S. N° 074- 2001- PCM. El valor máximo registrado se presentó en el campamento La Zanja ( $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y el valor mínimo ( $12,42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) fue registrado en Pisit.

En cuanto a los metales potencialmente tóxicos contenidos en el aire, los valores promedio de plomo (Pb) fueron menores a  $0,007 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y los de arsénico (As) estuvieron por debajo de los límites de detección ( $0,002 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). En ambos casos, los valores estuvieron muy por debajo del estándar nacional respectivo:  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Pb) y  $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (As). Las concentraciones de monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) y dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ), estuvieron por debajo de los estándares establecidos. Las valuaciones se hicieron en épocas seca y húmeda.

### **3.1.4 Ruido y vibración**

La línea base ha determinado que en el entorno cercano al área del proyecto se cumple con los estándares de ruido establecidos como adecuados para horarios diurno y nocturno (D.S. N° 085-2003-PCM). Asimismo, la totalidad de los datos mostró que los niveles de vibración existentes están por debajo de los máximos permitidos por la norma internacional ISO 2631-2.

### **3.1.5 Geología**

En el área del proyecto afloran rocas de origen volcanoclástico, consistentes en una secuencia de tufos, tobas y lavas, de naturaleza andesítica, dacítica y riolítica, pertenecientes a las formaciones Llama, Porculla y Volcánicos Huambo. Las edades geológicas de estas rocas varían desde el Eoceno Superior al Mioceno Superior y Plioceno tardío. En los alrededores del área del proyecto, se presentan también cuerpos subvolcánicos asociados con un evento volcánico-magmático contemporáneo a los depósitos piroclásticos. Sobre la secuencia volcanoclástica, e influenciada por los cuerpos subvolcánicos, se ha identificado mineralización de valor económico, como es el caso de San Pedro Sur y Pampa Verde, correspondiente a procesos epitermales de alta sulfuración. Este tipo de yacimiento se caracteriza por presentar una alteración hidrotermal claramente zonificada, con presencia de silicificación en la parte central y una gradación a rocas argílicas hacia los bordes.

### **3.1.6 Sismicidad**

De acuerdo con lo propuesto por la Nueva Norma de Diseño Sismoresistente E.030, del Reglamento Nacional de Edificaciones (junio - 2006), el área del Proyecto La Zanja se ubica en la Zona 3, que corresponde a una zona con sismicidad alta. Con respecto a fallas activas

relacionadas con el área del proyecto, sólo se han identificado fallas a distancias mayores de 100 km. En la zona de estudio se han producido movimientos sísmicos con intensidades de VI - VII grados en la escala Mercalli Modificada (MM).

### **3.1.7 Suelos**

En el área del proyecto se identificaron diez unidades de suelos las cuales han sido agrupadas taxonómicamente y descritas como Sub-Grupos (Soil Taxonomy – USDA). Estas unidades de suelos, definidas a una categoría de subgrupo, han sido delimitadas mediante unidades cartográficas denominadas consociaciones y asociaciones. Para la mejor delimitación de las unidades cartográficas se emplearon seis rangos de pendiente. El área de estudio presenta tres consociaciones, catorce asociaciones edáficas y cuatro asociaciones edáficas con misceláneo roca. En cuanto a profundidad, los suelos en el área de estudio varían de muy superficiales (< 25 cm) a profundos (100 – 150 cm).

La clasificación de suelos según su capacidad de uso mayor, se basa en información sobre las características morfológicas, físicas y químicas de los suelos así como de las condiciones ambientales en las que se han desarrollado. Para el estudio se ha utilizado también el Reglamento de Clasificación de Suelos del Ministerio de Agricultura (D.S. N° 062-75-AG) y las ampliaciones establecidas por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), actualmente INRENA. Según su capacidad de uso mayor, los suelos del área de estudio se clasifican en cuatro grandes grupos: tierras para cultivo en limpio, tierras para reforestación, tierras para pasturas y tierras de protección, siendo estos dos últimos grupos los predominantes.

Los usos de los suelos en la zona de estudio se delinearón de acuerdo con el sistema de la Unión Geográfica Internacional (UGI), debido a su carácter internacional. En el área de estudio, las categorías de uso identificadas corresponden a terrenos con praderas naturales, terrenos con bosques (bosques, matorrales), terrenos con vegetación cultivada y terrenos sin uso y/o improductivos, siendo la categoría principal la que corresponde a los terrenos con pradera naturales.

El estudio de contenido de metales pesados mostró que el arsénico es el elemento que superó en la mayor cantidad de muestras los criterios seleccionados, con un 61% de muestras con altos índices de contenido de arsénico. Otros metales que también superaron los criterios seleccionados, en por lo menos una muestra, fueron cobre, mercurio, plomo y bario. Los resultados correspondientes al análisis del contenido total de cadmio, cromo, níquel y zinc, no superaron los criterios seleccionados en ninguna muestra.

### **3.1.8 Hidrología**

El sistema de drenaje superficial del área de estudio se puede subdividir en dos sistemas de micro cuencas principales. Sin embargo, es necesario aclarar que las instalaciones industriales se ubicarán solamente en la micro cuenca de la quebrada El Cedro. A continuación se detallan las micro cuencas estudiadas:

- La micro cuenca de la quebrada El Cedro drena hacia el norte e incluye las quebradas Bancuyoc, La Cuchilla, La Playa, La Mina, Bramadero, Cocán y El Hornamo.
- La micro cuenca del río Pisit que también drena hacia el norte e incluye las quebradas San Lorenzo, Del Panteón y Vizcachas.

La quebrada El Cedro recibe posteriormente el nombre de río Pulán, el cual se une con el río Pisit para constituir el río Cañad, tributario del río Chancay. El río Chancay aporta sus aguas al río Reque y éste vierte finalmente sus aguas en el océano Pacífico.

En el área del proyecto, los cursos de agua son permanentes pero sus caudales son mínimos si se comparan con los caudales obtenidos aguas abajo de Pulán y Pisit. Esto debido a la presencia de otros tributarios ubicados entre el área del proyecto y dichas localidades.

#### **3.1.8.1 Régimen pluviométrico**

##### ***Régimen pluviométrico anual***

La estimación de la precipitación media anual se realizó utilizando la información recogida por 19 estaciones meteorológicas regionales, ubicadas en las vertientes del Pacífico y del Atlántico. Para la altitud representativa del proyecto, 3 550 m, se estimó una precipitación media anual de 1 150 mm (Water Management Consultants, 2007). La precipitación en años secos con periodos de retorno de 10 y 100 años es aproximadamente el 70% y 60% de la precipitación media anual respectivamente. Asimismo, la precipitación en años húmedos con periodos de retorno de 10 y 100 años representa el 125% y el 160% de la precipitación media anual respectivamente.

##### ***Régimen pluviométrico mensual***

Durante los meses de mayor precipitación, febrero y marzo, la precipitación mensual varía entre 150 y 200 mm, mientras que durante los meses más secos, julio y agosto, la precipitación mensual alcanza valores medios menores de 30 mm (Water Management Consultants, 2007).

### ***Régimen de tormentas***

El régimen de tormentas fue caracterizado con información de 18 estaciones pluviométricas con registros mayores o iguales a 10 años. El análisis espacial de los datos mostró un crecimiento de la precipitación máxima en 24 horas desde el este hacia el oeste. Este hecho es resultado de las mayores precipitaciones y de la alta variabilidad que presentan los datos de las estaciones de la cuenca del Pacífico (Water Management Consultants, 2007).

### ***Evaporación***

Para la altitud del proyecto, se estiman tasas de evaporación del orden de 900 mm/año. Debido a la mayor radiación solar y de la reducida humedad relativa, la evaporación es más alta durante los meses de la temporada seca.

### ***3.1.8.2 Régimen de caudales***

#### ***Monitoreo de caudales***

El estudio de línea base hidrológica incluyó un programa de aforos en 13 estaciones ubicadas en las cuencas de los ríos Pulan, Pisit y Cañad comprendiendo principalmente el período 2001 a 2006. En los años 2001, 2003 y 2004 se realizaron mediciones como parte de la línea base. El análisis de los caudales en el periodo 2001 a 2006, muestra una variación considerable en los caudales entre el final de la estación seca y el final de la estación húmeda. Los mayores caudales corresponden al periodo enero - marzo y los menores se dan en el periodo agosto - septiembre.

En la cuenca de la quebrada El Cedro, los mayores caudales se registraron entre febrero y marzo de 2006, justo al final de la temporada de mayor precipitación, mientras que los menores caudales se registraron entre los meses de agosto y septiembre de 2005, lo que corresponde al final de la temporada de menor precipitación. Los caudales medidos en la cuenca del río Pisit muestran fuertes variaciones con respecto a la estación seca y húmeda, registrándose los caudales más altos entre enero y marzo de 2006 y los caudales más bajos en junio del mismo año.

### ***3.1.9 Hidrogeología***

El flujo de agua subterránea ocurre en forma somera principalmente entre el suelo orgánico y la interfase con la roca meteorizada. Una proporción reducida del agua contenida en esta zona se infiltra hacia el sistema más profundo a través del sistema de fracturamiento de la roca subyacente (Water Management Consultants, 2007). La recarga al sistema hidrogeológico ocurre por infiltración directa de la precipitación y de la escorrentía de tormentas, considerando como áreas de mayor infiltración las mesetas ubicadas en el sur del área de

estudio, el fondo de la quebrada El Cedro y la planicie bajo uso agrícola de la zona de Pulán; cabe señalar que esta última zona se encuentra alejada de la futura área de operaciones.

Las curvas elaboradas en base a los niveles freáticos promedio de los pozos de monitoreo, muestran que los niveles están controlados principalmente por la topografía del área, la presencia de zonas de alteración y la variabilidad en la permeabilidad de la meseta ubicada en el sector sureste del área del proyecto. La descarga del sistema de agua subterránea ocurre principalmente por su afloramiento en los cursos de aguas superficiales (flujo base) y por el flujo desde los manantiales y zonas de filtraciones difusas.

Los niveles freáticos de los pozos de monitoreo ubicados en el área del tajo Pampa Verde se encuentran por debajo de la cota final del tajo propuesto. Por lo tanto, no se interceptará agua subterránea durante la excavación del tajo. Durante las perforaciones realizadas en el área de San Pedro, se interceptó agua subterránea lo que confirma que habrá presencia de agua durante la operación del tajo. Para evitar que el agua subterránea reporte al tajo durante la operación, se ha previsto la perforación de una batería de pozos para abatir el nivel freático. Se estimó que el caudal necesario para abatir la napa freática será de 3,7 L/s

### ***3.1.10 Calidad de agua superficial***

En lo que se refiere a las aguas superficiales, éstas están caracterizadas por un pH mayormente neutro. Las aguas se caracterizan por bajos contenidos de sólidos totales disueltos (STD) y consecuentemente valores bajos de conductividad eléctrica (CE).

En los sectores altos de la cuenca de la quebrada El Cedro, aguas arriba del área del proyecto, se destaca la ocurrencia de aguas cálcicas y predominantemente bicarbonatadas. Las quebradas que drenan los sectores cercanos a los futuros tajos San Pedro Sur y Pampa Verde presentan aguas predominantemente sulfatadas cálcicas y ocasionalmente bicarbonatadas cálcicas. Sólo muestran tendencias más sódicas las muestras de la estación inmediatamente adyacente a Pampa Verde. En lo que se refiere a la Ley General de Aguas (LGA), la gran mayoría de los elementos en las aguas superficiales se encuentran por debajo los valores establecidos. Se destacan solamente las excedencias de fenoles (para la Clase III) y nitratos (para la Clase I), que se estima tienen relación con problemas en las técnicas de muestreo y no representan condiciones reales en las aguas superficiales.

### ***3.1.11 Calidad de agua subterránea***

Las aguas subterráneas están caracterizadas por valores de pH que van de tipo ácido a ligeramente ácido. Las aguas son principalmente del tipo bicarbonatada cálcica, bicarbonatada cálcica-sódica y con menor presencia, las de tipo sulfatada cálcica-sódica. Una característica

típica de las aguas subterráneas del área del proyecto es la casi ausencia de cloro. En comparación con las aguas superficiales, las aguas en mención muestran valores más altos de sólidos totales disueltos (STD) y de conductividad eléctrica (CE) así como un contenido más elevado de elementos metálicos como aluminio (Al), manganeso (Mn), cobre (Cu), plomo (Pb) y zinc (Zn).

En la parte alta y oriental del área del proyecto predominan aguas bicarbonatadas cálcicas, gradando a aguas predominantemente bicarbonatadas cálcicas pero con una fuerte componente sulfatada en ciertas épocas. Hacia el sector del tajo San Pedro Sur, las composiciones se tornan más sulfatadas con una tendencia de predominio de sodio hacia la ubicación del futuro tajo.

Considerando las rocas volcánicas alteradas hidrotermalmente que albergan el depósito epitermal de La Zanja, las cuales presentan naturalmente elevadas concentraciones de elementos metálicos como manganeso (Mn), plomo (Pb), zinc (Zn), cobre (Cu), arsénico (As), cadmio (Cd), antimonio (Sb) y mercurio (Hg), no es de extrañar la ocurrencia de estos mismos elementos en las aguas subterráneas de la zona. Este potencial de incorporar elementos de la roca al agua fue demostrada por pruebas de celdas de humedad realizadas. Por lo tanto las aguas estudiadas no se deben simplemente calificar como contaminadas, sino que debieran considerarse como aguas específicas para la zona del proyecto.

## **3.2 Ambiente biológico**

### **3.2.1 Zonas de vida**

Según ONERN (1976) e INRENA (1995) el área de estudio ocupa las zonas de vida del bosque húmedo - Montano Bajo Tropical (bh-MBT) y bosque muy húmedo - Montano Tropical (bmh-MT).

### **3.2.2 Flora y vegetación**

En el área de estudio se identificaron ocho tipos de formaciones vegetales: bofedal, césped de arroyo, pajonal de jalca, matorral, bosque de neblina, vegetación de abrigo rocoso, vegetación de roquedal y vegetación de fondo de quebrada. La mayor riqueza específica se encontró en el bosque de neblina, ubicado únicamente en la micro cuenca de la quebrada El Cedro, con 272 especies. En contraparte, la menor riqueza específica corresponde al césped de arroyo, con 36 especies.

Para el área del proyecto específicamente, se reportaron 15 especies endémicas del Perú, agrupadas en 13 familias botánicas. Algunas de estas especies reciben distintos usos por parte de los pobladores locales.

Se identificaron siete especies de flora que se encuentran incluidas en distintas categorías de la Lista Oficial Peruana de Especies Amenazadas de Flora Silvestre (D.S. N° 043-2006-AG). Las especies identificadas no se encuentran incluidas en los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES, siglas en inglés). Cinco de las especies identificadas en la línea base de flora se encuentran incluidas en las listas de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN).

### **3.2.3 Fauna silvestre**

Se identificaron nueve tipos de hábitat (bofedal, césped de arroyo, pajonal de jalca, matorral, bosque de neblina, vegetación de abrigo rocoso, vegetación de roquedal, vegetación de fondo de quebrada y río) en el área de estudio. El hábitat que presentó la mayor riqueza de especies en la micro cuenca de la quebrada El Cedro, fue el bosque de neblina con 62 especies de vertebrados. El hábitat que presentó la mayor riqueza de especies en la micro cuenca del río Pisit fue el de vegetación de abrigo rocoso con 17 especies de vertebrados. Para ambas micro cuencas, el hábitat que presentó la menor riqueza de especies fue el río, con 7 y 8 especies de vertebrados, respectivamente. Los hábitats evaluados se encuentran bastante influenciados por la presencia humana.

Debido a un conjunto de características que poseen las aves (presencia muy fácil de detectar, información abundante y disponible sobre ellas, entre otras), fueron elegidas para realizar las evaluaciones cualitativas y cuantitativas. Para el análisis cualitativo, se registraron 78 especies de aves en la micro cuenca de la quebrada El Cedro y 32 especies en la micro cuenca del río Pisit. La diferencia de resultados obtenidos entre ambas micro cuencas se debe principalmente a la presencia del bosque de neblina en la primera de ellas. Según el Neotropical Birds, Ecology and Conservation (Stotz *et al*, 1996), de las 83 especies registradas en ambas micro cuencas, alrededor del 7% de ellas son de sensibilidad alta, 45% de sensibilidad media y 48% de sensibilidad baja a las variaciones en sus hábitat. Para la evaluación cuantitativa se hicieron transectos en áreas de control y en áreas de impacto para el pajonal y el bosque de neblina (por su importancia), los cuales permitieron calcular índices de diversidad y similitud. El bosque de neblina presenta en general, valores de diversidad y número de especies mayores que los encontrados en el pajonal. El cálculo de amplitud de nicho ecológico se hizo para las especies que fueron registradas en los transectos.



De las 107 especies de fauna registradas en el área, 36 se encuentran incluidas en las listas nacionales e internacionales de conservación y/o como especies endémicas. En la micro cuenca de la quebrada El Cedro, 3 de las especies registradas se encuentran incluidas en la Lista Oficial Peruana de Especies de Fauna Amenazada (INRENA, D.S. N° 034-2004-AG).

El Apéndice II de CITES incluye a 21 de las especies registradas en la micro cuenca de la quebrada El Cedro y a 8 de las especies registradas en la micro cuenca del río Pisit.

En cuanto a las aves endémicas regionales, en la micro cuenca de la quebrada El Cedro, se registraron seis especies que figuran en la lista de Áreas de Endemismo para Aves (EBA, siglas en inglés). De ellas, 3 se encuentran registradas en la EBA 046 (Southern Central Andes) y para las EBA 048 (Arid Marañón Valley), EBA 051 (Peruvian high Andes) y EBA 045 (Tumbesian region), se registró 1 especie en cada una de ellas. Adicionalmente a las aves endémicas regionales, en la micro cuenca de la quebrada El Cedro se registraron 2 especies endémicas para el Perú (Clements y Shany, 2001).

Finalmente, también fueron registradas 2 especies de roedores, 1 especie de reptil y 1 especie de anfibio que constituyen especies endémicas para el Perú (Pacheco, 2002; Rodríguez *et al*, 1993).

### **3.2.4 Ecosistema acuático**

La evaluaciones se llevaron a cabo en las micro cuencas de la quebrada El Cedro y del río Pisit. La evaluación de cualidades biofísicas del hábitat establece que, en general, el ambiente tiene potencialmente la capacidad para sostener una población media de peces, tanto en estadios juveniles como adultos. El protocolo visual de análisis del hábitat acuático (SVAP, siglas en inglés) implica una evaluación de la calidad del ambiente para sostener una comunidad hidrobiológica completa (no sólo una parte de ella, como en el caso anterior referido sólo a la comunidad de peces). En general, los resultados obtenidos ubican al área de estudio en una categoría que corresponde a los ambientes de buena calidad.

El periphyton, o algas bentónicas, es parte de una comunidad compleja de microorganismos de gran importancia en ríos y arroyos como en lagos y lagunas. El trabajo de evaluación cuantitativa realizado, estuvo centrado en las algas debido a que estas constituyen el elemento principal de dicha comunidad. En cuanto a riqueza específica, se registraron 184 especies o morfoespecies de periphyton. Los peces fueron evaluados solamente en aquellos lugares donde el análisis biofísico y el SVAP definieron al ambiente como apto para el desarrollo de peces. Se registraron sólo 2 especies de peces, 1 endémica del Perú (bagre) y 1 exótica

(trucha). En cuanto a los macro invertebrados bentónicos, alcanzaron niveles altos de riqueza específica (54 morfoespecies) y abundancia (2 458 individuos).

Como parte del análisis de estructura de la comunidad, se midió la diversidad con el índice de Shannon-Wiener obteniendo valores altos para los macro invertebrados bentónicos (3,08 - 4,47 bits/individuo). Para el periphyton, los valores de diversidad registrados se ubican dentro de un rango mayor (2,07 - 4,59 bits/individuo).

También se obtuvo valores altos de riqueza de especies para macro invertebrados bentónicos y periphyton (índices de Margalef y Menhinick). La equidad (índice de Pielou), presenta comportamientos distintos entre las comunidades de macro invertebrados bentónicos y periphyton.

Se elaboraron dendrogramas de similaridad (utilizando el índice de Bray-Curtis) entre las estaciones de evaluación en función a los datos de macro invertebrados bentónicos y periphyton. En función del nivel de similaridad establecido, puede decirse que la diversidad beta (diversidad entre hábitat) es relativamente alta puesto que las asociaciones se dan a niveles de similaridad bastante bajos.

### ***3.2.5 Áreas naturales protegidas***

La zona en donde se ubica el proyecto no se encuentra dentro de ninguna Área Natural Protegida por el Estado (ANPE). El área protegida más cercana, la Zona Reservada Chancaybaños, la que se encuentra a una distancia aproximada en línea recta de 27 km al norte del área de estudio.

## ***3.3 Ambiente socioeconómico***

En el marco de los estudios para el EIA del Proyecto La Zanja, Golder Associates Perú S.A. (Golder) elaboró el Estudio de Impacto Social (EIS), el cual constituye el Anexo N del presente EIA e incluye los estudios de línea base socioeconómica, la evaluación de impactos socioeconómicos y el plan de relaciones comunitarias.

### ***3.3.1 Área de estudio***

Golder identificó dos áreas de influencia para la elaboración del EIS, el Área de Influencia Directa (AID) definida de acuerdo con potenciales impactos en acceso al agua y suelo y en la estructura social, económica o cultural de la población por efectos directos de las actividades del Proyecto y el Área de Influencia Indirecta (AII) definida en base a criterios de articulación territorial, pertenencia político administrativa, distribución del Canon y Regalías.

### **3.3.2 Área de influencia directa (AID)**

#### **3.3.2.1 Demografía**

En el caserío La Zanja el 54,08% de la población es masculina y el 45,92% femenina, mientras que en el centro poblado menor de Pisit la distribución por géneros es de 46,27% y 53,73% respectivamente. La población en edad de trabajar (PET) incluye a los pobladores que hayan cumplido 14 años de edad en adelante. La mayor parte de la PET en La Zanja y Pisit tiene entre 14 y 45 años de edad (74%). Respecto al estado civil, la mayoría de la población mayor de 15 años declara encontrarse casada o conviviendo, tratándose del 62,5% frente a un 31% que afirma ser soltera. Se ha considerado como población migrante a todos aquellos miembros del hogar ausentes por más 30 días, representando en La Zanja y Pisit sólo el 5,35% de la población total, se trata de migraciones temporales.

#### **3.3.2.2 Pobreza**

La pobreza fue analizada utilizando la metodología de las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), entre las que se consideran las condiciones de vivienda y hacinamiento, el acceso a servicios e inasistencia escolar para niños entre 6 a 12 años. Identificando como pobres a todas las familias que tienen una o más NBI. Este es el caso para el 66,2% de la población de La Zanja y Pisit.

#### **3.3.2.3 Educación**

Gran parte de la población mayor de 15 años del caserío La Zanja y del centro poblado menor de Pisit ha alcanzado como máximo un nivel de primaria completa (38,23%). La distribución entre géneros es pareja en este nivel; sin embargo, la presencia de mujeres disminuye considerablemente en el nivel de la secundaria, siendo nula en el nivel de estudios superiores. Teniendo en cuenta el nivel educativo de acuerdo con las edades, puede señalarse que la población más joven se encuentra mejor educada que las generaciones anteriores, en las cuales el nivel va disminuyendo conforme aumentan los rangos de edad.

#### **3.3.2.4 Salud**

##### ***Situación de la salud***

Los pobladores del caserío La Zanja y el centro poblado menor Pisit manifestaron haber tenido problemas de salud asociados a enfermedades respiratorias (20,46%), digestivas (18,18%), dolores de cabeza (15,91%), osteoarticulares (9,09%) y otras no especificadas (9,09%). La recurrencia ha sido baja si se toma en consideración que sólo se registraron 44 casos de un total de 299 habitantes censados.

El 52,11% de las mujeres en edad reproductiva en La Zanja y Pisit no utiliza ningún método anticonceptivo. La población restante recurre al método del ritmo, al uso de hierbas, dispositivos intrauterinos, preservativos e inyecciones.

En lo referente a la atención del parto del último hijo, el 85,9% de las madres en La Zanja y Pisit dio a luz en su casa. En menor medida, fueron atendidas en postas y centros de salud. Apenas un 2,04% de mujeres en Pisit fueron atendidas en un hospital, situación que no se dio en el caserío La Zanja.

En La Zanja y Pisit los niños menores de 12 años fueron afectados principalmente por enfermedades respiratorias; asimismo se presentaron casos de alergias, enfermedades digestivas y diarreicas.

Es poca la población de la tercera edad que manifiesta haberse enfermado. Las únicas dolencias señaladas como recurrentes en La Zanja y Pisit son las del sistema digestivo.

### ***Recursos de salud***

Un actor importante en las zonas rurales es el promotor de salud, el cual realiza acciones de apoyo a las actividades del personal de salud. La población también acude a la medicina tradicional, practicada por parteras, hueseros y curanderos, además de la automedicación.

En caso de enfermedad, la población del caserío La Zanja y el centro poblado menor Pisit señala acudir principalmente a las postas de salud instaladas por el MINSA. Algunos pobladores de La Zanja recurren a su promotor de salud, mientras que otros de Pisit a los centros de EsSalud y otro tipo de establecimientos.

### ***3.3.2.5 Infraestructura***

De acuerdo con las observaciones realizadas, no se encontraron diferencias significativas en las condiciones de las viviendas del caserío La Zanja y el centro poblado menor Pisit. La población de La Zanja y Pisit no cuenta con servicio de electricidad, la gran mayoría señaló utilizar lamparines a kerosene o a gas para su alumbrado. Casi la totalidad dispone de letrinas, pozos ciegos o silos. Finalmente, el 95,95% de las familias en La Zanja y Pisit utiliza leña para cocinar.

### ***3.3.2.6 Uso doméstico del agua***

En el contexto del Proyecto La Zanja, el tema del acceso al agua es particularmente importante principalmente en el distrito de Pulán. Según el estudio realizado por

PRONAMACHCS en el 2007, la mayoría de la población aguas abajo del proyecto se abastece de agua en las quebradas y puquiales que se encuentran en las partes altas y medias de las laderas a ambos lados de la micro cuenca de la quebrada El Cedro. No utilizan las aguas de la quebrada El Cedro o su continuación (el río Pulán) para uso doméstico.

La principal fuente de agua para los pobladores del caserío La Zanja y el centro poblado menor Pisit son los puquiales (51,35%), fuente considerada por la mayoría como de buena calidad. Le siguen en orden de importancia, las quebradas (14,86%).

### **3.3.2.7 Comunicación y transporte**

#### ***Vías de comunicación***

Tanto el caserío La Zanja como el centro poblado menor Pisit disponen de la carretera afirmada La Zanja - El Empalme como la principal vía de comunicación. En la parte alta existe una trocha carrozable que permite comunicar Pisit con Tongod. Asimismo, cuenta con los caminos de herradura que unen los diferentes caseríos entre sí. No existe transporte público ni en La Zanja ni en Pisit, los pobladores recurren a los camiones que recogen la leche para llegar a las ferias dominicales o realizar otros trámites.

#### ***Energía y comunicaciones***

El caserío La Zanja y el centro poblado menor Pisit reciben señal satelital de las empresas Telefónica y Claro. Además ambas localidades reciben señales de diversas emisoras radiales de nivel nacional, regional y distrital.

### **3.3.2.8 Actividades económicas**

#### ***Empleo***

El empleo en el caserío La Zanja y el centro poblado menor Pisit está básicamente vinculado a las actividades agropecuarias (86,30% de la PEA). Le siguen en importancia los sectores de artesanía/manufactura y minería. La mayoría de la PEA (55,33%) son trabajadores familiares no remunerados (TFNR), les siguen los autoempleados (39,59%) y finalmente, los trabajadores asalariados, concentrados en La Zanja. El pago varía entre S/. 7 por día con 3 comidas para un jornalero y S/. 10 por día con 3 comidas para aserradores de madera. Desde el año 2001 hasta la fecha, el Proyecto La Zanja viene dando empleo a los pobladores locales en forma rotativa, en el marco de sus actividades de exploración y apoyos locales, como el mejoramiento de carreteras y obras de infraestructura comunitaria.

## **Comercio**

La población del caserío La Zanja y el centro poblado menor Pisit acude principalmente a ferias agropecuarias semanales como las de El Empalme, Tongod y San Miguel. Se comercializa ganado, productos agrícolas y derivados lácteos y se adquiere ropa, electrodomésticos e implementos como herramientas agropecuarias de comerciantes que proceden tanto de Cajamarca, como de Santa Cruz y Chiclayo.

Los comercializadores de leche recogen a diario la producción lechera de los ganaderos tanto de La Zanja como de Pisit para dos empresas, Nestlé y Gloria S.A. En el 2005, con el apoyo del Proyecto La Zanja, se implementó una piscigranja en Pisit, la cual tiene una capacidad de producción de 6 TM/año.

## **Actividades agropecuarias**

### Propiedad de la tierra

En el caserío La Zanja y el centro poblado menor de Pisit todas las tierras son de propiedad privada. La gran mayoría de los encuestados indica poseer documentos que acreditan la propiedad de la tierra, así un 35,63% de las parcelas posee una escritura de juez; en tanto el 25,29% dispone de un título en registros públicos y el 8,99% cuenta con un certificado de posesión campesina.

### Agricultura

En La Zanja y Pisit la producción agrícola está destinada principalmente al autoconsumo (55,4%), se realiza en forma tradicional y no es intensiva, empleando pesticidas e insecticidas así como abono y fertilizante en ambas localidades. Se emplea la yunta para el arado de la tierra. Los principales productos son la papa, el olluco y la oca. Los cultivos son de secano.

### Ganadería

En La Zanja y Pisit, la ganadería es la principal actividad económica, con un sistema de trabajo extensivo; las familias crían principalmente ganado vacuno criollo, aves de corral, cuyes y caballos. El ganado es mayormente de raza criolla, el cual genera ingresos a través de la venta de lana en el caso de ovinos, la venta misma del animal y la producción y venta de leche, en el caso de vacunos.

Los productos derivados de la ganadería que se obtienen en La Zanja y Pisit son la leche y el quesillo. La leche es el producto de mayor producción, el quesillo es producido en menor proporción.

#### Otras actividades

Las familias de La Zanja y Pisit también se dedican a la textilería y a la carpintería; fabrican chales, ponchos, colchas, frazadas, alforjas, polleras, talegas, mantas, chompas, entre otros. La carpintería es practicada sólo por varones, que fabrican mesas, camas, puertas, sillas, bancas, ventanas y otros.

### **3.3.2.9 Autoridades locales y organización social de base**

#### ***Autoridades locales***

Las autoridades más importantes en el caserío La Zanja y el centro poblado menor de Pisit son el Teniente Gobernador y el Agente Municipal. El primero representa al Estado en el caserío y es nombrado a partir de una terna propuesta por los prefectos y subprefectos. El Agente Municipal representa al gobierno municipal en los caseríos, es elegido por una terna propuesta por la Asamblea General de la localidad.

#### ***Organizaciones sociales***

##### Ronda campesina

La ronda campesina tiene representatividad en el caserío La Zanja. Casi toda la población participa de manera activa en esta organización de base, trabajando en conjunto para el cuidado de los bienes de la población, para la resolución de conflictos y para mantener el control del orden interno de la comunidad. Al momento de la realización del trabajo de campo, la ronda campesina de Pisit había sido desactivada.

##### Club de madres

Actualmente, sólo funciona efectivamente en el centro poblado menor de Pisit, en el cual se reparte leche a niños de 0 a 6 años y a madres lactantes, además de trigo y frijol.

##### Asociación de padres de familia (APAFA)

Reúne a los padres, tutores o apoderados de los alumnos de los centros educativos de La Zanja y Pisit, para supervisar el mejoramiento de la enseñanza y los servicios que brindan las escuelas, además de estar encargada del mantenimiento de la infraestructura del centro educativo.

##### Clubes deportivos

Funcionan tanto en La Zanja como en Pisit. Son organizaciones muy dinámicas y conforman uno de los nexos más fuertes donde se tejen y fortalecen las relaciones sociales entre los pobladores.

### **3.3.2.10 Patrimonio socio cultural**

La población del caserío La Zanja como la del centro poblado menor de Pisit es esencialmente campesina, con una producción agropecuaria destinada mayormente al autoconsumo y articulada al mercado mediante la venta de leche. Ambas poblaciones no funcionan como comunidades campesinas, su historia, actividades socioeconómicas, relación con la tierra y organización social han sido moldeadas en el marco de haciendas de propiedad de grandes latifundistas.

La celebración de las fiestas patronales es una actividad muy importante de integración social, congrega a la población local e incluso a pobladores ya emigrados quienes suelen regresar una vez al año a su lugar de origen, reafirmando su pertenencia y relación con el grupo ancestral y con su historia.

### **3.3.2.11 Expectativas**

#### ***Empleo***

La posibilidad de conseguir trabajo durante la vida útil del Proyecto La Zanja es uno de los beneficios más importantes percibidos por la población local para brindar su apoyo; se espera mejorar las condiciones de vida con el salario percibido, el cual puede ser invertido en una mejor alimentación y educación de sus hijos.

#### ***Apoyos y obras***

Las autoridades y población locales esperan que el Proyecto La Zanja invierta en mejorar la infraestructura y las condiciones de vida de su entorno. En ambos centros poblados se tienen expectativas en cuanto a la construcción de carreteras, servicios de alumbrado eléctrico y mejoras en la educación.

#### ***Medio Ambiente***

La población que está a favor del Proyecto La Zanja espera que se trabaje utilizando tecnologías limpias, protegiendo los recursos que la población utiliza para desarrollar sus actividades cotidianas.

### **3.3.2.12 Posiciones de los pobladores en La Zanja y Pisit**

La gran mayoría de la población del caserío La Zanja y del centro poblado menor de Pisit tiene conocimiento acerca del proyecto, apenas el 5,4% declaró lo contrario. Asimismo, en cuanto a lo que se sabe del proyecto, el 78,6% declara haber escuchado que se va a abrir o explotar una mina, mientras que el 15,7% señala que el proyecto traerá trabajo. La población



que piensa que el Proyecto La Zanja podría traer beneficios es mayor que la que piensa que podría traer daños.

### **3.3.2.13 Grupos de interés**

#### ***Autoridades***

Las autoridades de La Zanja y Pisit trabajan en coordinación con sus municipalidades para plantearse objetivos que busquen el desarrollo de sus localidades.

#### ***Rondas campesinas***

La ronda campesina del caserío La Zanja, formada por iniciativa propia de la población, no pertenece a ningún comité que la agrupe y no da cuenta de sus acciones a ninguna otra organización. No existe ronda campesina en Pisit.

#### ***Comité Pro Desarrollo***

Con el fin de lograr mejoras en su localidad, los pobladores y autoridades del caserío La Zanja crearon un comité que los represente y ayude a realizar proyectos que fomenten el desarrollo del caserío.

#### ***Población local***

Las opiniones expresadas por la población de La Zanja y Pisit durante la realización de las encuestas, fue corroborada por sus autoridades. La posibilidad de beneficiarse, bien mediante ingresos, obras o apoyos, aunque sea en forma temporal, es un punto a favor del proyecto para muchos pobladores.

### **3.3.3 Área de influencia indirecta (AII)**

#### **3.3.3.1 Demografía**

La región Cajamarca alberga al 5,8% de la población nacional; la población de las provincias de Santa Cruz y de San Miguel representa el 7,4% de la población regional mientras que la población de los distritos de Pulán y Tongod no llegan al 1%. Por otro lado, Pulán representa el 11,8% de la población de Santa Cruz y Tongod concentra el 5,9% de la población de San Miguel (INEI, 2005).

La mayoría de la población vive en la zona rural y sólo 28% en áreas urbanas, concentrada en la ciudad de Cajamarca y algunas capitales de provincia (INEI, 2005). La distribución por género es equilibrada y la población es bastante joven, con proporciones que varían del 42% (San Miguel) al 46% (Cajamarca y Pulán) de población menor de 20 años.

### **3.3.3.2 Pobreza**

#### ***Índice de desarrollo humano (IDH)***

La región Cajamarca es una de las regiones más pobres del país, ocupando el décimo noveno lugar a nivel nacional, con un IDH de 0,54; por debajo del promedio nacional (0,62) (PNUD, 2005). Santa Cruz ocupa el lugar 84 con un IDH de 0,5632, ligeramente superior al promedio regional (0,54); en tanto San Miguel ocupa el lugar 107 con un IDH de 0,5483 (PNUD, 2006). El distrito de Pulán ocupa el lugar 688 y es considerado muy pobre (IDH de 0,5714); el distrito de Tongod ocupa el lugar 907 (IDH de 0,5527).

#### ***Ingresos***

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el ingreso familiar mensual promedio al 2006 era de S/. 217,0 en la Provincia de Santa Cruz, mientras que en la Provincia de San Miguel alcanzaba S/. 226,5 (PNUD, 2006). Asimismo, el ingreso familiar mensual promedio al 2006 era de S/. 223,0 en el Distrito de Pulán mientras en el Distrito de Tongod alcanzaba S/. 206,8 (PNUD, 2006).

### **3.3.3.3 Educación**

En las provincias de Santa Cruz y San Miguel, más del 30% de la población mayor de 15 años en todos los niveles, no ha alcanzado la primaria completa, esta situación limita las posibilidades de la población para mejorar sus condiciones socioeconómicas, si se considera que los empleos mejor remunerados requieren un nivel de educación mayor al que ellos han alcanzado.

En los distritos de Pulán y Tongod existe un pequeño porcentaje de pobladores que alcanzó algún nivel de educación superior, que no supera el 2,3% en lo que se refiere a la educación superior no universitaria y el 0,8% en lo que se refiere a la educación universitaria. Finalmente, cabe señalar que entre el 74,1% y el 80,0% de la población mayor de 15 años, que es analfabeta, está conformada por mujeres.

#### ***Cobertura en educación***

La gran mayoría de los centros educativos se encuentran en las áreas rurales de la región. En lo que se refiere a la educación básica regular, de todas las instituciones educativas de primaria, sólo 230 cuentan con un personal poli docente completo, mientras que 2 283 tienen aulas multigrado y 1 094 son uni docentes con aulas multigrado, de este último tipo, sólo 4 se encuentran en zonas urbanas.

Se puede señalar que el acceso a la educación en las provincias de Santa Cruz y San Miguel así como en los distritos de Pulán y Tongod, es deficiente. La calidad de la educación continúa siendo deficitaria debido a la infraestructura aún inadecuada y al insuficiente personal a cargo de los centros en cada nivel. Esta situación es aún más grave a nivel rural donde la mayoría de los centros educativos de primaria son unidos y multigrados.

#### **3.3.3.4 Salud**

##### ***Situación de la salud***

En la región Cajamarca, las enfermedades respiratorias y diarreicas agudas son las principales causas de morbilidad, especialmente de la población infantil (DISA Cajamarca, 2006). Por su parte, las dolencias más recurrentes en las provincias fueron las infecciones respiratorias agudas, otras enfermedades infecciosas y parasitarias, infecciones intestinales, trastornos de otras partes del aparato digestivo, deficiencias nutritivas, enfermedades de la cavidad bucal, de la piel y del tejido subcutáneo (MINSA, 2005).

A nivel de los distritos de Pulán y Tongod, los principales problemas de salud fueron las infecciones agudas a las vías respiratorias superiores, las enfermedades transmisibles, las infecciones intestinales, otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores, la helmintiasis, entre otras.

##### ***Desnutrición infantil***

Según información preliminar del Ministerio de Educación (MINEDU), en el 2005 la desnutrición crónica en la población escolar entre los 6 y 9 años fue más alta en el distrito de Tongod (38,6%) con respecto a la de Pulán (36,3%) y lo mismo ocurrió en la provincia de San Miguel (38,1%) en comparación con la de Santa Cruz de Succhabamba (32,6%).

##### ***Recursos de salud***

De acuerdo con la encuesta nacional de hogares del IV trimestre del 2001, el 54,2% de la demanda de atención en la región Cajamarca está cubierta por establecimientos del Ministerio de Salud (MINSA), el 42% se cubre mediante centros y puestos de salud y el 12,2% restante por hospitales. El 59,1% de las consultas tuvo lugar en centros y puestos de salud y el 13,4% en hospitales (DIRES Cajamarca, 2005). La población también recurre al promotor de salud y a la medicina tradicional, practicada por parteras, hueseros y curanderos, además de la automedicación.

### **3.3.3.5 Infraestructura**

Tanto en las provincias de Santa Cruz y San Miguel como en los distritos de Pulán y Tongod las viviendas están construidas con materiales locales. Se evidencia un acceso deficiente a los servicios básicos en todos los niveles.

### **3.3.3.6 Comunicación y transporte**

#### ***Vías de comunicación***

Existe una precariedad general a nivel de vías de acceso tanto en la provincia de Santa Cruz como en la de San Miguel. Para llegar a los distritos de la provincia Santa Cruz, se dispone básicamente de trochas carrozables. En contraste, la provincia de San Miguel está articulada a la red vial nacional, teniendo salida a la Panamericana Norte vía Chilete y tiene además enlace con la capital regional mediante el tramo Ciudad de Dios - Cajamarca. Actualmente, cuenta con aproximadamente 485 km de vías no asfaltados de carreteras, 50 km afirmados, 172 km sin afirmar y 263 km de trocha carrozable (PEDPSM, 2006).

Desde Cajamarca, se llega al Proyecto La Zanja pasando por Cajamarca – El Empalme – Proyecto (102 km). El tramo Cajamarca - El Empalme (70 km) está afirmado mientras el tramo El Empalme - Proyecto (32 km) está parcialmente afirmado. También se puede llegar desde el desvío (DV) Chilete – San Miguel – Proyecto. El tramo DV Chilete – San Miguel (53,50 km) es afirmado mientras el tramo San Miguel - Proyecto (35 km) es una trocha carrozable.

El transporte interprovincial se lleva a cabo en ómnibus, camionetas rurales, camionetas station wagon, camionetas pick up y automóviles (Plan Vial Cajamarca, 2006). Existe un servicio de buses entre San Miguel y Cajamarca y otro que recorre la ruta San Miguel – Lima. Ambos una vez por semana. Además, San Miguel cuenta con un servicio de transporte colectivo diario, con camionetas tipo station wagon, cuya ruta es San Miguel - Chilete.

#### ***Energía y comunicaciones***

Solamente las ciudades capitales en las provincias de Santa Cruz y San Miguel tienen los servicios de telefonía fija, telefonía celular y servicio de internet interconectados a la red nacional. En las capitales distritales se cuenta con servicio de locutorios públicos y teléfonos monederos de la empresa Telefónica. En Pulán y Tongod, la población tiene además acceso a telefonía satelital con servicio de internet.

Los canales nacionales son captados en las provincias de Santa Cruz y San Miguel a través de un sistema local de antenas repetidoras. En Pulán, funciona una estación de TV local que repite las señales de canales de cable extranjeros y que provee un servicio de acceso a 23 canales. En las provincias de Santa Cruz y San Miguel se captan las señales de diversas emisoras de alcance nacional, regional y local.

### **3.3.3.7 Actividades económicas**

El sustento del desarrollo económico de Cajamarca se apoya en las actividades agropecuarias, forestales, mineras, turísticas y complementariamente en el comercio y los servicios (PDRC, 2003 - 2006). Cabe señalar que la región ha experimentado cambios favorables en su economía en los últimos diez años; lo cual se debe en no poca medida a la actividad minera. La región Cajamarca se ha convertido en el mayor contribuyente al Producto Bruto Interno (PBI) minero nacional. Entre los años 2003 y 2005, su participación en el PBI minero pasó del 27,5% en 2003, al 35,5% en 2004 y llegando al 45,7% en el 2005 (Instituto Cuanto, 2006). En el 2005, y pese a la primacía minera (48,2%), el PBI de otras actividades y sectores aumentó, en particular el sector servicios (Instituto Cuanto, 2006).

### ***Empleo***

En 2005, según el Ministerio de Trabajo, la PEA de la región Cajamarca estaba dedicada a las actividades agropecuarias (68,8%), servicios no personales (8,6%) comercio (7,7%) e industria de bienes de consumo (7,2%). (Boletín Socioeconómico Laboral, octubre 2006).

### ***Industria, minería, comercio***

#### Industria

Según el Plan Maestro de Desarrollo Regional Cajamarca 2006 - 2010, las principales actividades industriales de la provincia de Santa Cruz son la transformación de caña de azúcar y la producción de derivados lácteos. En San Miguel predominan la producción de café, miel de abeja, derivados lácteos, ladrillos y artesanía de arcilla.

#### Minería

El potencial minero regional cubre unas 700 000 ha involucradas de denuncios mineros metálicos y no metálicos, lo que ha permitido el desarrollo de importantes proyectos en la región Cajamarca (PDRC, 2003-2006). La única mina en producción en el 2007 es Yanacocha. El canon minero transferido en el año 2006 fue el doble del transferido el año anterior, recibiendo Cajamarca uno de los mayores montos a comparación de las demás regiones del país, con un total de S/. 355 432 127,22, distribuidos entre el gobierno regional (S/. 88 858 026,30) y los gobiernos locales (S/. 266 574 100,92), (SNMPE, 2006). Entre 1996

y 2006 la región Cajamarca ha recibido por concepto del canon minero más de S/. 1 040 766 514,00; no obstante, la región sigue siendo una de las más pobres del país (MEF, 2006). En el año 2007 se asignó a la Región Cajamarca, por concepto de canon, la suma de S/. 585 612 960 nuevos soles.

### Comercio

San Miguel de Pallaques es un mercado de importancia, en el que se realiza una feria dominical, donde se comercializa ganado, productos agrícolas, queso, quesillo, herramientas e implementos agropecuarios, electrodomésticos, ropa, entre otros productos.

### ***Actividades agropecuarias***

#### Agricultura

Las tierras utilizadas para la agricultura apenas alcanzan el 13,1% en la provincia de Santa Cruz, mientras que en la Provincia San Miguel llegan al 21,2% del total de la superficie territorial provincial (PDRC Cajamarca, 2006-2016 y PEDPSM, 2010).

Los principales cultivos en ambas provincias, así como en los distritos de Pulán y Tongod son maíz, trigo, cebada, papa, frijol, arveja, cereales, avena, yuca, oca, camote tarhui, olluco, café y en menor medida frutas como granadilla, tumbo y plátano (COANSA, 2004). La actividad agrícola es mayormente de secano y tiene como fin el autoconsumo siendo la comercialización de los excedentes agrícolas poco significativa.

#### Ganadería

Cajamarca es la región con el mayor porcentaje de ordeño de vacas (15,6% del total nacional) y la segunda en producción de toneladas métricas de leche con un rendimiento promedio diario por vaca en ordeño de aproximadamente 5,6 L. En las provincias de Santa Cruz y San Miguel, la ganadería suele ser extensiva y genera la principal fuente de ingresos para las familias campesinas (PVC, 2005). El ganado lechero produce en Tongod entre 3 y 3,66 L/día en promedio por vaca, mientras que en Pulán, es de 2 y 5 L/día por vaca. La leche se extrae en forma manual, el precio por litro no excede los S/. 0,70 (SENASA, 2007).

### ***3.3.3.8 Gobierno y organizaciones sociales de base***

#### ***Gobierno***

##### Gobierno regional de Cajamarca

Se encarga de la planificación del desarrollo integral de la región en forma concertada con las municipalidades y la sociedad civil. Debe además, promover y regular actividades en el

ámbito de su competencia conforme a Ley. La gestión de desarrollo local está a cargo de 127 municipalidades (13 provinciales y 114 distritales).

#### Municipalidades provinciales de Santa Cruz y San Miguel

Son responsables de la ejecución de obras como la construcción de trochas carrozables y la instalación de sistemas de desagüe y de riego. Para el ejercicio presupuestal 2007, ambas municipalidades tienen destinados presupuestos de un poco más de un millón de nuevos soles cada mes, provenientes del canon minero y regalías mineras, del canon hidroenergético y del forestal, del Foncomún Provincial y el Foncomún Distrital además de los recursos ordinarios de FONCODES (FONCODES/UA Sistemas, 2007).

#### Municipalidades distritales de Pulán y Tongod

Coordinan con los gobiernos regionales y provinciales. También reciben ingresos provenientes del Foncomún Distrital y de los recursos forestales, hidroenergéticos y mineros y de sus regalías. Ambas municipalidades tienen para el 2007 más de 75 500 nuevos soles mensuales (FONCODES/UA Sistemas, 2007).

### ***Organizaciones sociales***

#### Organizaciones no gubernamentales (ONG)

Diversas ONG reciben financiamiento de la cooperación técnica internacional para ejecutar proyectos de desarrollo regional. Tras el retiro de la cooperación holandesa (SNV), las principales ONG y fuentes cooperantes son CARE Perú, GTZ (cooperación alemana), ITDG, CIPDEL, IPROGA, ASPADERUC, Asociación Los Andes de Cajamarca (ALAC), PRODELICA Unión Europea, entre otras. Entre las ONG con presencia regional que trabajan el tema minero se tiene al Grupo de Formación e Intervención para el Desarrollo Sostenible (GRUFIDES), EcoVida y el Frente Único en Defensa de la Vida, el Medio Ambiente y los Intereses de Cajamarca.

En San Miguel y Santa Cruz tienen presencia las siguientes ONG: ADRA Perú, Asociación de Tecnología y Desarrollo (Tecnides) y Diaconia (sólo en Santa Cruz) y CARE Perú (sólo en San Miguel). Finalmente, no se conocen ONG a nivel de los distritos de Tongod y Pulán.

#### Ronda campesina

Esta forma de organización se inició en Cajamarca a fines de los años setenta, para enfrentar un problema concreto de seguridad ciudadana que afectaba la economía campesina: el abigeato. Actualmente aplican la “justicia campesina”, por medio del “castigo ronderil”.

### **3.3.3.9 Patrimonio socio cultural**

En Santa Cruz y San Miguel, así como en los distritos de Pulán y Tongod se habla el castellano, salvo lugares aislados donde se habla quechua. Predomina la religión católica, aunque las iglesias cristianas evangélicas vienen ganando seguidores. Las festividades religiosas son las fiestas patronales, la Semana Santa y la Fiesta de Todos los Santos.

### **3.3.3.10 Grupos de interés**

#### ***Nivel regional***

##### Gobierno regional de Cajamarca

No está contra la minería responsable, defiende el derecho de la población a resguardar el medio ambiente; el presidente regional tiene una actitud de diálogo con todas las partes (Fuente: Perú 21, 14-05-2007).

##### GRUFIDES

Organización no gubernamental que trabaja el tema minería - medio ambiente en Cajamarca y que ha participado activamente en diversas actividades de protesta en la región. Mantiene una actitud crítica, pero dialogante, hacia la actividad minera.

##### Autoridad autónoma Chancay-Lambayeque

En 2004, sus representantes pidieron información acerca del proyecto. En 2005 se realizaron talleres para tales fines y desde 2006 participan en el monitoreo de aguas.

#### ***Nivel provincial***

##### Municipalidad provincial de Santa Cruz

Está a favor de la generación de empleo para la población local y de la inversión para mejorar sus condiciones socioeconómicas. Exige que el proyecto realice sus actividades con las mejores prácticas de conservación del medio ambiente y que no se debieran realizar actividades mineras en las cabeceras de cuencas.

##### Municipalidad provincial de San Miguel

Espera de la empresa mucha responsabilidad y apoyo al desarrollo local, generación de empleos y apoyo a las actividades ganaderas y productivas. Preservación y conservación del medio ambiente (reforestación).

##### Comités de desarrollo provincial de Santa Cruz y de San Miguel

Ven en el proyecto una oportunidad para el desarrollo local; promueven una cultura de diálogo para favorecer las inversiones en sus provincias.



Iglesia Católica

Pide mayor información y apoyo para la población local. Alienta el diálogo entre el proyecto, la población y las autoridades.

Mesa de concertación provincial de lucha contra la pobreza

Promueve el diálogo entre el proyecto, la población y las autoridades.

Rondas campesinas de San Miguel y de Santa Cruz

Siguiendo la directriz nacional, tienen una posición vigilante frente a la minería en general y al proyecto en particular.

Junta de regantes de la provincia de Santa Cruz

Está opuesta a cualquier uso del agua que no sea la irrigación que ellos manejan. Se ha opuesto a la construcción del sistema de agua potable en Santa Cruz, al mejoramiento de los canales de riego y al Proyecto La Zanja, argumentando la posible alteración en la calidad del agua que traería la actividad minera.

Frente de defensa de la vida y de los intereses de Santa Cruz

Agrupación interesada en temas de protección ambiental.

***Nivel distrital***

Municipalidad distrital de Pulán

Se opone al proyecto, argumentando que las empresas transnacionales se llevarían la riqueza; consideran que la minería trae consigo alteración en la calidad del agua y pobreza. Participó en la última marcha en contra del proyecto (10/05/2007).

Rondas campesinas de Pulán y Tongod

Participan de la opinión y los movimientos contrarios a la minería. Han participado en la última marcha en contra del proyecto (10/05/2007).

Municipalidad distrital de Tongod

Hasta las últimas elecciones, estaba a favor del proyecto. Ha expresado su preocupación porque la empresa y sus contratistas se comprometan a respetar el derecho de los trabajadores y pobladores. Han participado en la última marcha en contra del proyecto (10/05/2007).

### **3.4 Ambiente de interés humano**

#### **3.4.1 Paisaje**

Fueron consideradas las zonas de emplazamiento de las instalaciones productivas y auxiliares, además de las zonas en las que el desarrollo del proyecto puede tener influencia. El estudio incluyó un análisis del paisaje visual. Para efectuar dicho análisis se realizó el análisis de calidad visual y el análisis de fragilidad y capacidad de absorción visual del paisaje.

En cuanto a la evaluación del paisaje visual, de una primera zonificación se obtuvieron las unidades paisajísticas denominadas Cordillera Occidental y Zona de Altiplanicie. En ésta última se ubica la mayor parte del área del proyecto. En ella se asentará la vegetación natural, surgiendo una segunda zonificación complementaria a la primera donde se consideraron como unidades paisajísticas complementarias el bofedal, césped de arroyo, pajonal de jalca, matorral, bosque de neblina, vegetación de abrigo rocoso y vegetación de roquedal. Una tercera zonificación identificó cuatro zonas distintas entre sí y que han sido denominadas Micro cuenca El Cedro – Parte alta, Micro cuenca El Cedro – Parte media, Micro cuenca Pisit – Parte alta, Micro cuenca Pisit – Parte media.

Para cada una de estas zonas se identificaron sus componentes naturales, evidencias de actuación humana y la organización visual del espacio. El análisis de calidad visual del paisaje consistió en valorar subjetivamente la calidad visual basada en la morfología, vegetación, agua, color, fondo escénico, rareza y actuación humana. Como resultado de este análisis, se obtuvieron tres categorías definidas por la calidad visual del paisaje, Clase A (calidad alta), Clase B (calidad media) y Clase C (calidad baja). Los resultados del análisis muestran que la micro cuenca El Cedro es clasificada como de alta calidad paisajística tanto en la parte alta como en la media, mientras que la micro cuenca del río Pisit sólo posee una media calidad paisajística tanto en la parte alta como en la media.

La fragilidad visual es la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla algún uso sobre él. El paisaje puede ubicarse en alguna de tres categorías de fragilidad visual, las cuales son Clase I (muy frágil), Clase II (fragilidad media) y Clase III (poco frágil). La zona micro cuenca El Cedro – Parte alta es de fragilidad media, la zona micro cuenca El Cedro – Parte media es muy frágil, y las zonas micro cuenca Pisit – Parte alta y micro cuenca Pisit – Parte media son poco frágiles. Complementando estos resultados con los obtenidos por la evaluación de calidad visual, el desarrollo de actividades e intervención en el sistema conformado por la micro cuenca El Cedro tomará en cuenta un manejo apropiado, principalmente preventivo, con la finalidad de no alterar significativamente el entorno visual.

### **3.4.2 Arqueología**

Se realizaron estudios de línea base arqueológica en agosto de 2001 y en octubre de 2004. Durante la inspección arqueológica llevada a cabo en agosto de 2001 a un sector del área del proyecto, se concluyó que no existían sitios arqueológicos. Fuera de los límites del área del proyecto, se registró el sitio arqueológico denominado San Pedro, ubicado al norte, en la quebrada El Cedro. El 10 de junio de 2002 el Instituto Nacional de Cultura (INC) emitió el Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA) para la zona evaluada. De manera complementaria a la evaluación arqueológica mencionada, se realizó en el sector restante del área del proyecto una evaluación arqueológica en octubre de 2004, denominada La Zanja – Ampliación Este.

Las excavaciones permitieron identificar un sitio arqueológico y tres evidencias aisladas. El sitio arqueológico, denominado Cocan I, está ubicado la cima del cerro Cocán y se encuentra en muy mal estado de conservación. Tres evidencias aisladas fueron denominadas Cocan II, posible muro que se encuentra debajo del nivel superficial del suelo y completamente colapsado; Paraviento 1, pequeña estructura aislada sobre un promontorio rocoso y Paraviento 2, constituida por dos pequeñas estructuras de las que sólo se conservan sus bases. El 31 de octubre de 2006, el INC emitió el CIRA para esta segunda zona evaluada.

## ***4.0 Descripción del Proyecto***

---

Los trabajos de exploración realizados en el área del proyecto, han permitido determinar la factibilidad de desarrollar dos yacimientos de mineral oxidado San Pedro Sur y Pampa Verde, los recursos minables de estos dos depósitos son:

Toneladas de mineral total	17 414 000 TM
San Pedro Sur	9 364 000 TM
Pampa Verde	8 050 000 TM
Ley promedio de oro	0,88 g/TM
Ley promedio de plata	6,60 g/TM
Total de onzas de oro contenidas	492 688 onzas
Recuperación del oro	66%
Total de onzas de oro producidas	325 174 onzas
Relación de desbroce (desmonte-mineral)	0,67 (San Pedro Sur) 0,93 (Pampa Verde)

Además se cuenta con un recurso por comprobar de 10 066 254 TM con una ley de 0,56 g/TM, que representa 183 160 onzas de oro.

El mineral será lixiviado y la solución rica será procesada en una planta de adsorción, desorción y regeneración de carbón (ADR). El precipitado electrolítico será fundido para la obtención de barras doré (plata y oro). Este proceso permitirá extraer el mineral con un ritmo de producción promedio de 15 000 TMSD obteniendo como producto final anual aproximadamente 100 000 oz de oro y 200 000 oz de plata. La inversión estimada es del orden de US \$ 30 millones hasta el inicio de las operaciones y de US \$ 20 millones adicionales durante la misma, totalizando de esta manera una inversión de US \$ 50 millones. La vida del proyecto se estima en cuatro años; sin embargo, las labores de exploración continuarán con el objeto de reconocer posibilidades de mineralización en áreas circundantes, a fin de prolongar el tiempo de vida del proyecto. El área del proyecto comprende 8 926,00 ha y en ella se encuentran las instalaciones, con excepción de las canteras y su ruta de acarreo que comprenden 129,43 ha adicionales.

### ***4.1 Descripción de la etapa de construcción***

En esta etapa se realizará la mayor parte del movimiento de tierras requerido para la preparación de áreas e instalación de la infraestructura necesaria para el inicio de las operaciones. Tendrá una duración aproximada de 14 meses a partir de la autorización de

construcción. El requerimiento de mano de obra se estima será de 600 a 800 personas, dando preferencia al personal local si está calificado para realizar las labores requeridas. Las principales actividades que se desarrollarán en esta etapa son:

#### ***4.1.1 Preparación de los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde***

Se puede dividir en dos etapas, recuperación del suelo orgánico y pre-minado o desbroce. La recuperación del suelo orgánico (material de reducido espesor y mezclado con rocas) se realizará sobre el área de los tajos y la remoción será utilizando tractores, cargadores/excavadoras y camiones. El pre-minado es parte de la actividad de minado en sí y se realiza con la finalidad de llegar al área mineralizada.

#### ***4.1.2 Preparación de los depósitos de desmonte de mina***

Primero se hará el desbroce y remoción del suelo orgánico, la remoción se hará en forma progresiva, conforme se vaya ganando altura con la descarga del desmonte. Posteriormente se procederá con la colocación de una capa de arcilla compactada y un sistema de drenaje que colecte el agua hacia fuera del depósito y hacia una poza de sedimentación primero y luego hacia una planta de tratamiento.

#### ***4.1.3 Preparación del depósito de desmonte de construcción***

Se construirá un dique de contención en la parte más baja. Se retirará la capa de suelo orgánico y se procederá a la construcción del sistema de drenaje. Aguas arriba del área se construirá un canal de derivación el cual será revestido con concreto. Este depósito ha sido configurado con una inclinación del talud de 5H:1V, debido a las bajas características resistentes de los materiales.

#### ***4.1.4 Preparación de las áreas de acumulación de suelo orgánico***

El proyecto contará con 3 áreas de acumulación de suelo orgánico, contarán con canales de derivación y sistemas de drenaje. No será necesario remover el suelo orgánico en estas áreas.

#### ***4.1.5 Construcción de la plataforma de lixiviación***

Se inicia con la remoción de los suelos orgánicos. Luego se procederá a la excavación de los suelos no aptos para fundación. Paralelamente a la excavación de materiales, se realizará la instalación de sub-drenes. Las actividades de corte y relleno finalizan acondicionando los 150 mm superficiales de fundación, mediante escarificación y humedecimiento hasta alcanzar la humedad óptima de los materiales, antes de ser compactados con rodillo liso vibratorio, procediéndose a la descarga y conformación del material para revestimiento de suelo (arcilla compactada de baja permeabilidad). Seguidamente se procede a la instalación de la

geomembrana y una capa de arena limosa compactada (capa de protección). El sistema de colección de solución es instalado encima de la capa de protección y consiste de tuberías perforadas y sólidas. Sobre éstas se colocará una capa de material de drenaje. Para proteger el sistema de colección de solución de la caída de rocas, se colocará una capa de grava para drenaje (capa de drenaje), sobre las tuberías de colección de solución.

#### ***4.1.6 Construcción de la planta de procesos***

Abarca un área de 7 200m<sup>2</sup>, contará con una estructura metálica con piso de concreto, donde se instalarán los equipos de proceso, salas de control, tuberías e instalaciones eléctricas. Asimismo, existe un ambiente adicional para el almacenamiento de reactivos de proceso.

Asimismo, en el área del proyecto se cuenta con instalaciones auxiliares como: oficinas, almacén general, taller de mantenimiento, plantas de tratamiento de aguas residuales, planta de preparación de lechada de cal, almacén de cal, tanque de almacenamiento de cal, tanques de combustible, grifo de combustible, depósito de nitrato de amonio, planta de tratamiento de agua potable, tanque de agua potable, tanque de agua industrial, polvorines, garita de control, poza de eventos mayores, pozas de sedimentación, plantas de tratamiento de agua ácida.

#### ***4.2 Descripción de la etapa de operación***

La etapa de operación considera la extracción del mineral y el desmonte, producto del trabajo en los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde, el tratamiento de mineral mediante lixiviación en pilas y el procesamiento en la planta ADR. Durante esta etapa se empleará aproximadamente entre 150 y 200 personas.

##### ***4.2.1 Extracción del mineral***

En el tajo San Pedro Sur se espera extraer 9,3 MTM de mineral. Tendrá una dimensión aproximada de 500 m x 350 m (diámetros), una profundidad de 180 m y el área final será de 14 ha. El tajo Pampa Verde entrará en producción cuando se agote el mineral en San Pedro Sur y con el mismo ritmo de minado (15 000 TMD). Se espera extraer 8,0 MTM de mineral. Tendrá una dimensión aproximada de 700 m x 200 m con una profundidad de 180 m y el área final será de 15 ha.

Según la información hidrológica e hidrogeológica recogida por Water Managemet Consultants (2007), se ha previsto evacuar un máximo de 4 L/s de agua subterránea del tajo San Pedro Sur y ningún flujo del tajo Pampa Verde, pues este último no cortará la napa freática. En el tajo San Pedro Sur se bombearán las aguas superficiales y subterráneas del tajo a una poza de sedimentación, de allí se llevará el agua a una planta de tratamiento con una

capacidad de 4 L/s y las aguas tratadas se enviarán a la plataforma de lixiviación. En el caso de Pampa Verde, las aguas superficiales se bombearán a una poza de sedimentación y luego a una planta de tratamiento con una capacidad de tratamiento de 2 L/s. Durante el minado, se pondrá énfasis en el control ambiental de aguas y sedimentos, la estabilización de taludes y bermas y el control de caída del material por el talud externo del tajo.

#### ***4.2.2 Disposición de desmonte o material estéril***

En el depósito San Pedro Sur se espera disponer 5,9 MTM de desmonte, mientras que en el de Pampa Verde se espera disponer 7,7 MTM. El método de disposición será el clásico de volteo de la tolva de camiones. El desmonte con potencial para generar ácido en San Pedro Sur será de 13,4% y en Pampa Verde será de 6,6%. El desmonte potencial generador de ácido será encapsulado.

#### ***4.2.3 Lixiviación del mineral***

El carguío de la plataforma se realizará en capas de 10 m de altura con excepción de la primera capa la cual se cargará en dos etapas. En la primera etapa, la capa de mineral tendrá 2 m de altura con mineral de una gradación más fina para evitar el impacto y daño de la geomembrana. En la segunda etapa se cargarán los 8 m restantes de mineral. La plataforma tendrá una altura máxima de 70 m medidos desde el pie de talud de la pila y se construirá de tal manera que el talud general en cualquier dirección tendrá una pendiente de 2,5H:1V con bermas de retiro de 6 m de ancho.

El mineral será llevado hacia la plataforma, sin trituración previa, mediante camiones, descargado en forma directa, rociado con lechada de cal y lixiviado con solución estéril de cianuro de sodio diluida (50 mg/L aproximadamente) y aplicada por goteo mediante tubos de irrigación. La solución se infiltrará a través de la pila, disolviendo los contenidos de oro y plata, fluirán al sistema de drenaje de la plataforma hasta el punto de salida y de allí fluirán hacia el estanque de solución rica.

#### ***4.2.4 Procesamiento de solución***

De la poza de solución rica, se bombeará dicha solución, conteniendo oro y plata, en forma continua hacia la planta de procesos, la que consta de dos trenes de 5 columnas de carbón activado cada tren. El flujo de la solución pasará en contracorriente a través del carbón activado que adsorberá el oro y la plata de los complejos de cianuro. La solución pobre (sin valores de oro y plata) que sale de la planta de proceso retornará al proceso de lixiviación. Periódicamente se retirará el carbón activado y se bombeará al circuito de lavado ácido. El carbón cargado con oro y plata será transportado hacia las torres de desorción en un circuito

cerrado que trabaja con celdas electrolíticas para recuperar los contenidos de oro y plata como precipitado electrolítico.

Tras retirar los contenidos de oro y plata, el carbón retornará a las columnas de adsorción para continuar con el proceso de recuperación de metales preciosos. La solución estéril saliente del circuito de adsorción será filtrada de carbón residual prosiguiendo hacia el tanque de retención de solución estéril. Se dosificará el cianuro de sodio a fin de obtener la concentración adecuada para el proceso de lixiviación y la solución así preparada será luego bombeada y distribuida en la parte superior de la pila de lixiviación de mineral, repitiéndose el proceso de lixiviación del mineral en forma cíclica.

#### **4.2.5 Fundición**

Los precipitados de las celdas electrolíticas van a un horno de retorta (12 horas a 700°C) para ser secados, de haber contenidos de mercurio en el proceso, la retorta los recuperará por evaporación y condensación. Los gases que produce este horno son impulsados con un ventilador de alta velocidad hacia una columna de carbón especial para atrapar cualquier traza de mercurio, de esta manera los gases salen del horno libres de mercurio (Buenaventura Ingenieros S.A., 2004).

El sólido que queda en el horno (libre de mercurio) será mezclado con fundentes (reactivos especiales para la metalurgia del oro) para fundirlo en un horno basculante (durante dos horas a 1 200°C), obteniendo barras de doré (oro y plata). Se estima que el doré tendrá una ley de 45% de oro. En caso de obtener mercurio como subproducto de la fundición, éste será embotellado y sellado en frascos metálicos y estos serán almacenados en un recipiente metálico de seguridad hasta el momento de realizar su transporte fuera de la mina. Al ritmo de explotación de 15 000 TMD, la producción de oro y plata doré se estima en 100 000 y 200 000 oz/año respectivamente.

#### **4.2.6 Suministros**

##### **4.2.6.1 Suministro de agua**

El sistema de abastecimiento de agua consistirá en embalsar y regular los caudales de la quebrada Bramadero y en una obra de toma en el río Pisit con una estación de bombeo (25 L/s de capacidad máxima, sólo durante la época de lluvias) que conducirá las aguas al embalse (331 000 m<sup>3</sup> con posibilidades de ampliación a 1 000 000 m<sup>3</sup> de capacidad). El sistema de suministro será suficiente para abastecer la demanda de agua fresca del proceso en los meses secos y mantener un caudal de 20 L/s en la quebrada Bramadero.



### ***Agua potable***

Una parte del agua fresca (4 L/s) será derivada para uso como agua potable luego de ser tratada en la planta de tratamiento, por lo que cumplirá con los estándares de agua potable del INDECOPI antes de su distribución hacia los diversos puntos de consumo en la mina.

### ***Agua industrial***

La mayor parte del agua de proceso será agua reciclada proveniente de los circuitos de la planta y de las pozas que reciben el agua de los tajos y depósitos de desmonte. La demanda de agua adicional (*make up water*) que requerirá el proyecto se ha estimado en 28,9 L/s, la cual provendrá del sistema embalse-bombeo. De esta cantidad de agua adicional, 18,9 L/s servirán para reponer las pérdidas durante el proceso y 10 L/s serán destinadas a satisfacer los requerimientos de las áreas de mina y de servicios. Habrá una planta de tratamiento de agua industrial que se utilizará cuando exista exceso de agua en las soluciones utilizadas para la lixiviación la cual destruirá el cianuro y otros elementos que se encuentren en la solución.

#### ***4.2.6.2 Suministro de energía***

Para la operación se requiere entre 0,85 y 2,5 MW de energía, la cual será suministrada por la empresa CONEHUA a través de una línea de transmisión de 22,9 kV que se construirá desde la sub estación de San Miguel de Pallaques – La Zanja, con una sub estación de llegada al proyecto La Zanja de 22,9/10 kV – 5 MVA.

#### ***4.2.6.3 Suministro de combustible***

El proyecto requiere aproximadamente 204 000 galones/mes de gasolina y diesel, el cual será almacenado en tanques apropiados.

#### ***4.2.6.4 Insumos de proceso***

Las actividades de procesamiento de mineral demandarán la utilización de diversos insumos y en cantidades diferentes.

#### ***4.2.7 Transporte***

En San Pedro Sur las distancias de acarreo de mineral varían entre 1,3 a 3,3 km, y para desmonte de 1,3 a 3,1 km. En Pampa Verde las distancias de acarreo de mineral varían entre 6,0 a 6,5 km y para desmonte de 1,2 a 1,8 km. Los caminos de acarreo tendrán un ancho de 25 m. Este transporte se realizará con camiones con tolvas de 50 m<sup>3</sup> de capacidad (4 camiones para el año 1 y 10 para el año 4) en horario diurno y nocturno. Se estima que 8 camiones de 30 TM llegarán diariamente al proyecto y que para el transporte de personal se emplearán 3 ómnibus, 3 microbuses y 30 camionetas.

## ***5.0 Impactos Potenciales del Proyecto***

---

Los impactos residuales identificados y analizados son aquellos que actuarían sobre los componentes físicos, biológicos, socioeconómicos y de interés humano considerados en la línea base del EIA. Knight Piésold ha desarrollado el análisis de impactos ambientales, pero aquellos relacionados con la calidad y volumen de las aguas superficiales y subterráneas han sido identificados y evaluados por Water Management Consultants. Asimismo, los impactos socioeconómicos relacionados al proyecto han sido identificados y evaluados por Golder.

### ***5.1 Metodología de evaluación rápida del impacto ambiental - RIAM***

#### ***5.1.1 Lista de verificación y aplicación***

El primer paso para la evaluación de impactos es identificar los efectos previsibles, asociados a las actividades correspondientes a las diversas etapas del proyecto, sobre los componentes descritos en la línea base. Para ello, es necesario elaborar una matriz de doble entrada para cada una de las etapas (construcción, operación y cierre) del proyecto (Tablas 5.1 a 5.3). Las matrices tienen en una de sus entradas a los diversos componentes ambientales y en la otra se mencionan las actividades asociadas a la etapa del proyecto que se está evaluando.

Así, el cuerpo de las matrices está constituido por una serie de celdas que permiten apreciar los efectos causados por la etapa del proyecto bajo evaluación sobre un componente ambiental determinado. Cada celda que vincula a cada actividad con cada componente ambiental contiene una “X” cuando se prevé un impacto de la actividad sobre el componente ambiental; cuando se prevé que la actividad sólo representa un “riesgo” (posibilidad de que se produzca un impacto) sobre el componente, la celda contiene una “R” y finalmente cuando no se prevé ningún impacto o riesgo por parte de la actividad hacia el componente ambiental, la celda se presenta con “0”.

Los componentes ambientales analizados con la metodología RIAM por Knight Piesold son los componentes físicos (excepto aguas superficiales y subterráneas), biológicos y de interés humano. Por su parte, Water Management Consultants utilizó los resultados del balance de aguas obtenidos del área de estudio para el análisis de los impactos a las aguas superficiales y subterráneas, mientras que Golder utilizó la metodología de preguntas claves y el diagrama de enlaces para el análisis de los impactos sobre los componentes socioeconómicos.

#### ***5.1.2 Evaluación de impactos***

El siguiente paso fue aplicar el método de Evaluación Rápida del Impacto Ambiental, RIAM por sus siglas en inglés (Tablas 5.4 a 5.6). Para cada componente se determinó un valor

(medida cuantitativa del impacto esperado para dicho componente). Estos valores permitieron que los juicios subjetivos se tradujeran en cifras en la matriz. Se obtuvo así una evaluación de la significación de los impactos, la cual podrá ser reevaluada en el futuro.

### ***5.1.3 Variables consideradas para la evaluación de impactos***

Las variables consideradas para la evaluación de los impactos ambientales fueron la importancia de la condición, magnitud del impacto, permanencia del impacto, reversibilidad del impacto, acumulación del impacto y evaluación final. En las Tablas 5.1 a 5.6 se muestran las matrices resumidas de la identificación y evaluación de impactos para las tres etapas del Proyecto La Zanja.

### ***5.2 Áreas de influencia del proyecto***

Se han considerado dos tipos de área de influencia: el área de influencia directa (AID) y el área de influencia indirecta (AII). Para los componentes evaluados mediante de la metodología RIAM, Knight Piésold define el AID como aquella área en la que ocurren los impactos directos de las obras y actividades del proyecto sobre los distintos componentes ambientales. Se entiende por impactos directos a aquellos efectos que ocurren generalmente al mismo tiempo y en el mismo lugar de las obras y actividades. El AII es el espacio en el cual se perciben efectos que no son inmediatos o se dan a cierta distancia, sin alterar significativamente las condiciones de línea base. Cuando los efectos de las actividades del proyecto sobre algún componente son muy localizados y no generarán impactos significativos en el tiempo y el espacio, sólo se considera un AID. Entre los criterios utilizados para delimitar estas áreas se tiene el uso de mapas de los diversos componentes ambientales obtenidos durante el estudio de línea base, la recopilación de información sobre la descripción del proyecto, el uso de modelos de dispersión de gases y partículas, el uso de modelos de propagación sonora, entre otros.

Para los componentes agua superficial y agua subterránea, Water Management Consultants define el AID como aquella área en la que el proyecto induce cambios en un parámetro o variable de magnitud superior a moderada y el AII es aquella dnde la magnitud del cambio es inferior a moderada. Entre los criterios utilizados para delimitar estas áreas WMC consideró la recopilación de información hidrológica, hidrogeológica y de calidad de agua superficial y subterránea, balances de agua, uso de modelos hidrológicos, modelos de escorrentía e infiltraciones, entre otros.

Para los componentes socioeconómicos Golder define el AID como el área donde, por efectos directos de las actividades del proyecto, se prevé potenciales impactos negativos en el acceso a los recursos naturales o en la estructura social, económica o cultural de la población que se ubica en esta área, independientemente de si por otro lado recibe impactos positivos. El AII fue determinado a partir de los posibles impactos sociales y políticos indirectos del proyecto sobre la población. Cabe señalar que el AII se caracteriza por la presencia de grupos de interés que no son influenciados por las actividades del proyecto, pero que podrían ejercer influencia sobre los pobladores del AID y generar algún tipo de presión sobre el desarrollo del mismo. Entre los criterios utilizados para delimitar estas áreas, se tienen los impactos potenciales en el acceso a los recursos naturales, los impactos potenciales en la estructura social, económica y cultural, la articulación territorial, las unidades político-administrativas y el aporte del canon minero, producto de las actividades del proyecto.

A continuación se definen las AID y AII para cada componente ambiental:

### **5.2.1 *Relieve***

Sólo existe AID, la cual comprende las áreas a ser intervenidas como consecuencia del emplazamiento de la infraestructura del proyecto (huella del proyecto, Figura 5.1).

### **5.2.2 *Aire***

Sólo existe AID y está conformada por las áreas a intervenir por la presencia de la infraestructura del proyecto, puesto que es el área en la que se afectará directamente el terreno que es el que produce el material particulado y por las zonas donde se superará el estándar de calidad de aire de  $50 \text{ ug/m}^3$  (Figura 5.2).

### **5.2.3 *Ruido y vibración***

Sólo existe AID para ruidos y se encuentra comprendida entre las futuras fuentes de emisión sonora y la isolínea de aquellos lugares donde los niveles de ruido se encontrarán dentro de los estándares nacionales de calidad ambiental de ruido para periodos nocturnos (50 dBA para zonas residenciales). Geográficamente, esta área comprende los alrededores de la futura área de operaciones, incluyendo las canteras, la pampa Del Bramadero, la parte alta de las quebradas Cocán y El Cedro, la parte baja de las quebradas De La Playa, La Cuchilla y Bancuyoc, tal como se aprecia en la Figura 5.3.

### **5.2.4 *Suelos***

Sólo existe AID y está conformada por las áreas en las que se ubicará la infraestructura del proyecto (huella del proyecto, Figura 5.1).

### **5.2.5 Aguas superficiales**

Las áreas de influencia de este componente fueron determinadas por Water Management Consultants, la cual define el AID hasta el punto denominado El Cedro (Punto 6) en el sistema hídrico de la quebrada El Cedro. Aguas abajo de este punto se desarrolla el AII, la cual se extiende hasta el Punto 8 (MA-2). Los impactos aguas abajo del punto MA-2 son despreciables. En cuanto al río Pisit, se clasificaría como zona AII debido a los bajos impactos (Figura 5.4).

### **5.2.6 Aguas subterráneas**

De acuerdo con Water Management Consultants (2007), el AID y el AII para aguas subterráneas coinciden con las descritas para aguas superficiales (Figura 5.4).

### **5.2.7 Flora y vegetación**

Sólo existe AID, está conformada por las áreas en las que se ubicará la infraestructura del proyecto, (huella del proyecto, Figura 5.1).

### **5.2.8 Fauna**

El AID está conformada por las áreas en las que se ubicará la infraestructura del proyecto. El AII está comprendida entre el límite del AID y el límite espacial de la perturbación de fauna por ruidos, el mismo que incluye los alrededores del área de operaciones incluyendo las canteras, la pampa Del Bramadero, la parte alta de las quebradas Cocán y El Cedro, la parte baja de las quebradas De La Playa, La Cuchilla y Bancuyoc, tal como se aprecia en la Figura 5.3.

### **5.2.9 Vida acuática**

La vida acuática presenta las mismas áreas de influencia que las aguas superficiales (Figura 5.4).

### **5.2.10 Paisaje**

El AID de este componente se muestra en la Figura 5.1, está conformada por el área a ser ocupada por la infraestructura del proyecto y por las áreas críticas de accesibilidad visual del proyecto desde diferentes posiciones de observación. El AII está conformada entre el límite del AID y una distancia máxima de 1 000 m, en la que el observador aún puede distinguir el efecto de algunas instalaciones sobre el paisaje según las características de iluminación, posición y condiciones atmosféricas.

### **5.2.11 Ambiente socioeconómico**

El AID de este componente esta conformada por el caserío La Zanja y el centro poblado menor de Pisit, localidades en cuyas jurisdicciones se localizarán las instalaciones del proyecto (Figura 5.5). El AII está conformada por los distritos de Pulán y Tongod, las provincias Santa Cruz y San Miguel, y por la región Cajamarca (Figura 5.6). Esta área se caracteriza, además, por la presencia de grupos de interés que no son influenciados por las actividades del proyecto, pero que podrían ejercer influencia sobre los pobladores del AID.

## **5.3 Resultados de la evaluación rápida del impacto ambiental - RIAM**

A continuación se presentan los impactos identificados y evaluados como impactos moderados y significativos mediante el uso de la metodología RIAM, por cada etapa del proyecto. Otros impactos menores, son presentados en las Tablas 5.4 – 5.6 del presente resumen ejecutivo, las cuales incluyen información sobre la importancia del componente ambiental, la magnitud de los cambios o efectos así como también sobre la permanencia, reversibilidad, acumulatividad y calificación de los mismos.

### **5.3.1 Etapa de construcción**

#### **5.3.1.1 Aire**

- Aporte de material particulado como consecuencia de movimiento de tierras para la construcción del depósito de desmonte de construcción y disposición del mismo.
- Aporte de material particulado como consecuencia de movimiento de tierras para la extracción de material de préstamo (canteras).

#### **5.3.1.2 Suelos**

- Pérdida de suelos debido a las actividades de construcción de los depósitos de desmonte de mina y de la plataforma de lixiviación, así como por la habilitación de las vías de acceso internas.
- Pérdida de suelos por la inundación del embalse de abastecimiento de agua fresca.
- Pérdida de suelos debido a las actividades de extracción de material de préstamo (canteras).

#### **5.3.1.3 Flora y vegetación**

- Pérdida de cobertura vegetal como consecuencia de remoción de tierras y emplazamiento de infraestructura de los depósitos de desmonte de mina y de la plataforma de lixiviación.
- Pérdida de cobertura vegetal como consecuencia de la inundación del embalse de almacenamiento de agua fresca.

- Pérdida de cobertura vegetal como consecuencia de remoción de tierras por extracción de material de préstamo (canteras) y habilitación de vías de acceso internas.
- Pérdida de cobertura vegetal de bosque de neblina como consecuencia de remoción de tierras por habilitación de la vía de acarreo entre Pampa Verde y San Pedro Sur.

#### **5.3.1.4 Fauna silvestre**

- Pérdida de hábitat por disminución de cobertura vegetal debido a las actividades de preparación de los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde.
- Pérdida de hábitat por disminución de cobertura vegetal debido a la construcción de los depósitos de desmonte de mina y plataforma de lixiviación.
- Pérdida de hábitat por disminución de cobertura vegetal debido a la extracción de material de préstamo (canteras) y habilitación de vías de acceso internas.
- Pérdida de hábitat por disminución de cobertura vegetal de bosque de neblina debido a la habilitación de la vía de acarreo entre Pampa Verde y San Pedro Sur.

#### **5.3.1.5 Paisaje**

- Formación de una laguna por llenado del embalse de abastecimiento de agua fresca.

### **5.3.2 Etapa de operación**

#### **5.3.2.1 Relieve**

- Formación de depresiones en los cerros Pampa Verde y San Pedro Sur como consecuencia de la extracción de mineral de los tajos.
- Generación de elevación de mediana altura en pampa Del Bramadero por la disposición de mineral en la plataforma de lixiviación.

#### **5.3.2.2 Aire**

- Aporte de material particulado como consecuencia de la extracción de mineral de los tajos (voladura) y por el tránsito de vehículos (pesados y ligeros).

#### **5.3.2.3 Suelos**

- Pérdida de suelos por rodadura de material durante la extracción de mineral de los tajos.

#### **5.3.2.4 Flora y vegetación**

- Pérdida de cobertura vegetal por rodadura de material durante la extracción del mineral del tajo San Pedro Sur y Pampa Verde.

#### **5.3.2.5 Fauna silvestre**

- Pérdida de hábitat de fauna por disminución de cobertura vegetal por rodadura de material durante la extracción del mineral del tajo San Pedro Sur y Pampa Verde, alejamiento de algunas especies por generación de ruido y vibraciones como consecuencia de la extracción de mineral de los tajos (voladuras).
- Alejamiento de algunas especies por generación de ruido y vibraciones como consecuencia de transporte de material hacia la plataforma de lixiviación y depósitos de desmonte de mina y disposición de los mismos.
- Alejamiento de algunas especies por generación de gases, ruido y vibraciones como consecuencia del tránsito de vehículos.

#### **5.3.2.6 Paisaje**

- Cambio del paisaje por formación de depresiones y pérdida de cobertura vegetal por la extracción de mineral de los tajos y cambio del paisaje por formación de elevaciones por llenado paulatino de los depósitos de desmonte de mina y de la plataforma de lixiviación.

### **5.3.3 Etapa de cierre y post cierre**

#### **5.3.3.1 Aire**

- Retorno a las condiciones originales de calidad del aire como consecuencia de las actividades de cierre (desmantelamiento, revegetación, etc.) de las instalaciones mineras.

#### **5.3.3.2 Suelo**

- Recuperación del suelo para sostener actividades similares a las desarrolladas antes de la ejecución del proyecto o las que se desarrollan en las áreas aledañas.

#### **5.3.3.3 Flora y vegetación**

- Colonización de las áreas revegetadas por especies locales o introducidas con el consecuente inicio del proceso de sucesión vegetal.

#### **5.3.3.4 Fauna silvestre**

- Repoblación por la fauna silvestre de sus hábitats originales.



#### **5.3.3.5 Paisaje**

- Retorno del paisaje a condiciones similares a las anteriores o similares a las áreas aledañas.

### **5.4 Evaluación de impactos en aguas superficiales**

A continuación se mencionan los impactos residuales que pueden generar las actividades sobre el agua superficial. Asimismo, en la Tabla 5.8 se presentan los resultados del análisis final del impacto.

#### **5.4.1 Etapa de construcción**

Water Management Consultants ha identificado un probable impacto en la calidad de las aguas superficiales por el aumento en la cantidad de sólidos en suspensión como consecuencia del movimiento de tierras. Las zonas que podrían ser afectadas se ubican en las quebradas que confluyen a la sub cuenca El Cedro. Los impactos negativos, por el aporte de sedimentos al agua superficial en las inmediaciones de las áreas afectadas serán bajos debido a la presencia de infraestructura instalada para el manejo de aguas y control de sedimentos tales como canales de derivación de aguas limpias y pozas de sedimentación ubicadas aguas abajo, incluyendo el embalse de la quebrada Bramadero. Water Management Consultants prevé también una reducción de sólidos en suspensión en la quebrada Bramadero, aguas abajo del embalse de abastecimiento de agua fresca, lo cual es un impacto positivo bajo, debido a la alta eficiencia del embalse como poza de sedimentación (97,1% de acuerdo con el modelo utilizado).

En cuanto al impacto de las actividades de construcción del proyecto sobre los caudales, se estima que estará constituido por la disminución del caudal en el río Pisit y en la quebrada Bramadero durante el llenado del embalse, lo cual significa un impacto negativo moderado, con un porcentaje de disminución del orden de 10% para la época húmeda de un año promedio, principalmente por ser temporal (duraría solamente 3 meses asumiendo año promedio y bombeo desde Pisit).

#### **5.4.2 Etapa de operación**

Para prevenir impactos en la calidad de las aguas superficiales se construirán pozas de sedimentos en la zona baja de los depósitos, tajos y estructuras principales para asegurar que las aguas contengan la mínima turbidez posible. La zona mineralizada pertenece a la zona de óxidos, pero hay presencia de piritas y alunitas. Por este motivo, se contará aguas abajo de los depósitos de desmonte, pozas de captación de efluentes, las cuales en el caso que hubiera generación de DAR, pueden ser utilizadas para bombear éste a una planta de tratamiento de

aguas ácidas. Esta planta entraría en funcionamiento a partir del segundo año de operación de la mina (cierre del tajo San Pedro Sur) lo cual estaría sujeto a la generación de DAR. Para las aguas residuales domésticas, se contará con tres plantas de tratamiento. Como consecuencia de estas medidas, no se espera que existan impactos negativos sobre la calidad de las aguas superficiales.

Las estimaciones de los impactos en los caudales superficiales fueron efectuadas usando el modelo hidrológico continuo Hydrological Model System (HMS) del Centro de Ingeniería Hidrológica del Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos de América. El modelo HMS cubrió la zona del proyecto hasta las proximidades de la ciudad de Pulan, un área total de 41,7 km<sup>2</sup>. Se consideraron dos escenarios: condiciones existentes (sin proyecto) y condiciones con proyecto. Este último escenario incluyó la infraestructura del proyecto desarrollada al 100%; por tanto, los impactos presentados son los máximos esperados durante la operación del proyecto. El área total perturbada por la infraestructura es de 1,329 km<sup>2</sup>, aproximadamente 3,2% del área en el punto aguas arriba de la ciudad de Pulan (área de cuenca 41,7 km<sup>2</sup>) y aproximadamente 8,7% del área del punto denominado El Cedro, punto donde confluyen los cursos de agua eventualmente impactados por el proyecto (área de cuenca 15,27 km<sup>2</sup>) (Figura 5.7).

Los impactos se estimaron para tres escenarios climáticos: año promedio, año húmedo y año seco con periodo de retorno de 10 años, siendo clasificados de acuerdo a su magnitud con la siguiente escala: disminución del caudal del 5% (impacto muy bajo); entre 5% y 10% (impacto bajo); por encima del 10% (impacto moderado a alto). De acuerdo con los resultados de los estudios realizados por Water Management Consultants, para cualquier escenario climático considerado se identifican dos áreas de impacto, un área con impactos importantes constituida por las quebradas Bramadero y Pampa (presentan una reducción de caudales mayor al 20% del caudal original) y un área con impactos menores constituida por la quebrada El Cedro y el río Pisit (presentan una reducción de caudales menor al 10% del caudal original).

No obstante, los impactos se disipan aguas abajo a medida que nuevos tributarios aportan al caudal de los cursos de agua. Cabe precisar que existe uso muy limitado de las aguas de la quebrada El Cedro dentro de la zona estudiada (hasta la ciudad de Pulán), ya que el curso de agua escurre muy profundo y encañonado, dificultando el acceso a este recurso.

### **5.4.3 Etapa de cierre y post cierre**

Se estima que como balance final de las actividades de cierre, descritas en el Plan de Cierre Conceptual del EIA, presente impactos negativos muy bajos sobre este componente. Esto, debido al retorno en parte del área del proyecto a las condiciones similares a las originales.

## **5.5 Evaluación de impactos en aguas subterráneas**

A continuación, se mencionan los impactos residuales que puedan generar las actividades sobre el agua subterránea. Asimismo, en la Tabla 5.8 se presentan los resultados del análisis final de los impactos.

### **5.5.1 Etapa de construcción**

Los usos que se dará al agua subterránea durante esta etapa del proyecto son básicamente el uso doméstico y para las actividades de construcción, tales como la preparación de hormigón, agua contra incendio, riego de caminos de servicio, entre otros. El agua será bombeada desde las instalaciones ubicadas en la pampa Del Bramadero, lo cual deprimirá el nivel de agua subterránea en este sector; el agua para uso doméstico será complementada con agua embotellada, por lo que finalmente este impacto recibe una calificación de impacto negativo muy bajo.

Asimismo, durante esta etapa del proyecto en el área del tajo San Pedro Sur se bombeará con el fin de abatir los niveles freáticos antes del inicio de las operaciones del mismo tajo. Sin embargo, se considera que este impacto tiene un efecto negativo muy bajo sobre los flujos de base en la sub cuenca de la quebrada El Cedro.

Por otro lado, existe la posibilidad de disminuir la calidad del agua subterránea como consecuencia de un derrame e infiltración de materiales durante el transporte de los mimos; sin embargo, esto ha sido considerado como un riesgo, por lo que las medidas de mitigación corresponden al plan de emergencias y contingencias.

### **5.5.2 Etapa de operación**

Se desarrolló un modelo hidrogeológico numérico para el proyecto a fin de realizar una evaluación preliminar de los impactos potenciales bajo condiciones conservadoras, suponiendo condiciones de recarga y descargas promedias. El programa utilizado fue el MODFLOW, desarrollado por el Servicio Geológico de los Estados Unidos para realizar simulaciones predictivas, estimando la reducción de flujo base asociada con el desarrollo del proyecto, incluyendo la excavación y drenaje del tajo San Pedro, la construcción de una pila de lixiviación y los sistemas de drenaje asociado, la construcción de botaderos de desmonte y

los sistemas de drenaje asociados, la construcción de una poza de sedimentación con base impermeable y la construcción de un embalse en la quebrada Bramadero. Se realizaron una serie de simulaciones predictivas presentando las condiciones pre y post operación y otros escenarios de recarga incluyendo un año de precipitación media, año húmedo y año seco.

Los principales resultados de las predicciones del modelo numérico corresponden a reducciones en los flujos base simulados al final del proyecto, causadas principalmente por la disminución de la recarga al sistema de agua subterránea debido a la presencia de las instalaciones mineras y sistemas de drenaje asociados. Otra predicción es la de una mayor reducción del flujo base causada por la reducción de recarga en los años secos que por la presencia de las operaciones mineras. El modelo prevé también una reducción de flujo base del orden de 3 L/s (20%) en el punto MA-12 (Figura 5.7), localizado aguas abajo del embalse en la quebrada Bramadero y un impacto insignificante sobre los manantiales ubicados en la micro cuenca Pulán, los niveles de agua subterránea no serán afectados significativamente entre los niveles simulados para los escenarios antes y después del proyecto.

### ***5.5.3 Etapa de cierre y post cierre***

La evaluación de la etapa integrada cierre y post cierre, concluye que los impactos serán negativos muy bajos, debido a la alteración del nivel del agua subterránea por la presencia de parte de la infraestructura del proyecto.

## ***5.6 Evaluación de impactos en el componente socioeconómico***

Los impactos al ambiente socioeconómico han sido identificados y evaluados por Golder en el Estudio de Impacto Social del Proyecto La Zanja (Anexo N del EIA). Según la metodología empleada por Golder, los impactos sociales podrían generarse tanto por las actividades del proyecto, por los efectos sobre el medio ambiente de dichas actividades o debido a las respuestas sociales a situaciones, reales o percibidas, asociadas al desarrollo del proyecto. Los temas clave para la evaluación del impacto social se identificaron sobre la base de las consultas, revisión de literatura, experiencia profesional del equipo consultor y la observación de campo. Los criterios utilizados para la evaluación de los impactos fueron la dirección, magnitud, alcance geográfico y duración; en el primer caso podrían ser positivos, neutrales o negativos; en el segundo, podrían ser insignificantes, bajos, moderados o altos; en el tercero, individuales, locales o AII y de corto, mediano o largo plazo en el último criterio utilizado.

### **5.6.1 Población**

#### **5.6.1.1 Etapa de construcción**

Los impactos identificados son la migración laboral, el crecimiento de la población local y la presión sobre precios de bienes y servicios.

Los impactos de un flujo potencial de trabajadores dos y media veces la población residente del AID, tendrían una dirección negativa por constituirse en competencia tanto en la oferta de mano de obra como de bienes y servicios. La magnitud del cambio sería moderada, ya que los migrantes podrían modificar las condiciones de vida de la población de las localidades. El cambio tendría un alcance geográfico circunscrito al AID y una duración de corto plazo, principalmente durante la etapa de construcción del proyecto.

#### **5.6.1.2 Etapa de operación**

El impacto identificado es la reducción de expectativas de trabajadores foráneos.

Ya que en la etapa de operación no se esperan migraciones hacia las poblaciones del entorno, se estima una dirección neutral para el impacto. Su magnitud sería insignificante, ya que no se anticipa cambio alguno; el alcance del impacto sería local ya que de producirse afectaría a las poblaciones aledañas al proyecto.

#### **5.6.1.3 Cierre y post cierre**

El impacto estaría dado por la migración laboral y la disminución de la población.

Se espera que el impacto tenga una dirección neutral, ya que en la etapa de cierre se presume que no habrá migraciones hacia las poblaciones del entorno sino lo contrario. La magnitud del impacto sería baja y su alcance sería local; la duración sería de mediano plazo.

### **5.6.2 Antiguos propietarios reubicados**

#### **5.6.2.1 Etapas de construcción y operación**

El impacto identificado para las etapas de construcción y operación fue la adquisición de tierras.

La dirección de este impacto sería positiva en la medida en que los antiguos propietarios hayan percibido mejoras en sus condiciones de vida como consecuencia de la venta de sus tierras. La magnitud del impacto sería moderada, ya que afectaría su calidad de vida. El alcance geográfico sería local y la duración sería de largo plazo.

#### **5.6.2.2 Etapa de cierre y post cierre**

El impacto identificado es que los antiguos propietarios no tienen temas pendientes con el proyecto.

Se espera una dirección neutral en el impacto, ya que en la etapa de cierre se considera que los antiguos propietarios tendrán sus propios medios de subsistencia independientes a los proporcionados por la venta de sus tierras al proyecto. La magnitud del impacto se pronostica como baja, el alcance del impacto sería local ya que al producirse, afectaría a los antiguos propietarios de las tierras del proyecto; la duración sería de mediano plazo.

#### **5.6.3 Actitudes hacia el proyecto**

##### **5.6.3.1 Etapa de construcción**

El impacto esperado es el de actitudes favorables al proyecto.

La dirección de este impacto será positiva en la medida que la comunidad espera que el proyecto traiga beneficios. Su magnitud sería moderada y su alcance geográfico sería local y regional, mientras que la duración podría ser de largo plazo.

##### **5.6.3.2 Etapa de operación**

El impacto esperado para esta etapa del proyecto consiste en que se mantienen las posiciones favorables al mismo.

La dirección de este impacto sería positiva en la medida que las actitudes se mantengan favorables. La magnitud del impacto sería moderada y su alcance geográfico sería local y regional. Su duración sería de largo plazo.

##### **5.6.3.2 Etapa de cierre y post cierre**

El impacto identificado consiste en que sea una etapa más de conflicto.

La dirección de este impacto sería negativa en la medida que los beneficios del proyecto empiecen a cesar para los trabajadores contratados al terminar sus contratos de trabajo. Simultáneamente, para la población de la Zanja y Pisit sería positiva debido al desarrollo sostenible logrado y a la infraestructura pública generada como consecuencia de las actividades del proyecto. La magnitud del impacto sería moderada. El alcance geográfico sería local. La duración sería de largo plazo, más allá incluso del cierre mismo.

#### **5.6.4 Estructura social**

##### **5.6.4.1 Etapa de construcción**

El impacto esperado para la etapa de construcción es la diferenciación social y económica de la comunidad local y regional.

La dirección del impacto sería negativa de iniciarse una diferenciación y brecha social con exclusión de los beneficios de una parte de la comunidad local. La magnitud del impacto sería moderada, ya que afectaría la calidad de vida de la población. El alcance geográfico sería local y regional. La duración sería de mediano plazo.

##### **5.6.4.2 Etapa de operación**

El impacto esperado para la etapa de operación es la diferenciación social y económica de la comunidad local y regional.

La dirección del impacto sería negativa, en la medida que se genere una brecha social al interior de la comunidad local o que esta brecha ocurra entre la comunidad local y los trabajadores foráneos. En este caso, la magnitud del impacto sería alta, su alcance sería local y regional y su duración sería de largo plazo, trascendiendo a la etapa de operación del proyecto.

##### **5.6.4.3 Etapa de cierre y post cierre**

La disminución de la diferenciación social y económica de la comunidad local y regional constituye el impacto esperado.

La dirección del impacto sería positiva al disminuir las diferencias sociales. La magnitud del impacto sería moderada, ya que afectaría la calidad de vida de la población. El alcance geográfico sería local y regional. La duración sería de largo plazo, pues trascendería la etapa del cierre del proyecto.

#### **5.6.5 Infraestructura comunitaria**

##### **5.6.5.1 Etapa de construcción**

Los impactos identificados para la etapa de construcción fueron el impulso a la economía local y regional, el incremento de las posibilidades de transporte, las molestias a los poblados aledaños a las carreteras, el incremento de riesgos de accidentes y la afectación potencial de vías de acceso y transporte locales.

El mejoramiento de la infraestructura vial generará un impacto positivo en la economía local y regional y en los ingresos de la población. La magnitud del impacto se prevé que será moderada. El alcance geográfico será local y regional, ya que es previsible que otras vías secundarias se conecten con la vía de acceso principal. La duración del impacto se prevé que será de largo plazo.

El incremento del tránsito vehicular podría impactar positivamente en la población al brindar mayores posibilidades para que se inicie algún sistema de transporte público en dichas localidades. La magnitud del impacto sería moderada, ya que ello reduciría el tiempo en el traslado de la población. Asimismo, el alcance geográfico sería local y regional y la duración de corto y mediano plazo.

El polvo al paso de los vehículos produciría un impacto negativo en la población localizada a ambos márgenes de los caminos. La magnitud del impacto sería moderada. El alcance geográfico sería local y regional, ya que afectaría a las poblaciones del área de influencia directa e indirecta a lo largo de la ruta. La duración sería de corto plazo, mientras dure la etapa de construcción del proyecto.

El incremento del tránsito vehicular a lo largo de la ruta de acceso al proyecto, incrementaría los riesgos de accidentes de tránsito. La dirección del impacto sería negativa y la magnitud alta, ya que de producirse accidentes vehiculares, se afectaría seriamente la calidad de vida de las personas. El alcance sería local y regional. La duración del impacto sería de corto plazo.

#### **5.6.5.2 Etapa de operación**

Los impactos identificados para la etapa de operación fueron los efectos positivos en la economía local y regional, el incremento de posibilidades de transporte, las molestias a los pobladores que viven en lugares aledaños a las carreteras y el incremento de riesgos de accidentes.

El proyecto mantendrá en buen estado las carreteras, favoreciendo el tránsito, la comunicación y el intercambio comercial entre localidades. Se considera positivo el impacto, de magnitud moderada y con un alcance geográfico local y regional. La duración del impacto se considera que será de mediano y de largo plazo.

Se espera que la infraestructura vial y las facilidades de traslado se mantengan en la etapa de operación, Ello tendrá un impacto positivo para las familias, con una magnitud moderada, de alcance geográfico local y regional y duración de mediano plazo.



El mejoramiento de las vías de acceso reducirá la cantidad de polvo que se levante al paso de los vehículos, además se implementarán medidas de mitigación para no levantar polvo frente a las viviendas, lo que permite prever un impacto neutral y de magnitud insignificante. El alcance geográfico se prevé que será local y regional y la duración de mediano plazo.

En la etapa de operación se estima que los conductores, tanto del proyecto como de los contratistas, habrán adoptado las normas de seguridad en el tránsito, de manera de reducir al mínimo las posibilidades de accidentes. Se prevé impactos neutros, de magnitud insignificante, de alcance geográfico local y regional y de duración de mediano plazo.

### ***5.6.5.3 Cierre y post cierre***

Para la etapa de cierre y post cierre, los impactos identificados consisten en un cese del mantenimiento de carreteras, la dificultad progresiva en el transporte, disminución en las molestias a los pobladores que viven aledaños a las vías y una disminución en el riesgo de accidentes de tránsito.

El mantenimiento de las carreteras puede ser dejado sin efecto, produciendo un impacto negativo, de magnitud moderada y con un alcance geográfico local y regional. La duración del impacto sería de mediano y de largo plazo.

Se espera que el deterioro de las vías de acceso, incremente el polvo al paso de los vehículos, pero habrá una menor circulación de vehículos y por tanto una menor generación de polvo. El impacto sería neutral y de magnitud insignificante. El alcance geográfico se prevé que será local y regional y la duración de largo plazo.

Se prevé que la disminución del tránsito y la adopción de las normas de seguridad reduzcan al mínimo las posibilidades de accidentes. Se prevé un impacto neutro, de magnitud insignificante, de alcance geográfico local y de duración de mediano plazo.

## ***5.6.6 Percepciones de riesgo ambiental y de salud***

### ***5.6.6.1 Etapa de construcción***

Los impactos previstos para esta etapa son la percepción de alteración en la calidad y cantidad del agua para consumo humano, percepción de alteración en la calidad y cantidad del agua para consumo agropecuario, percepción de baja en la actividad agropecuaria a consecuencia de cambios en la calidad y cantidad de agua y percepción de incremento de enfermedades en las personas a consecuencia de cambios en la calidad del agua.

Se prevé posiciones encontradas en la percepción de diversos grupos de interés sobre el efecto negativo del proyecto en la calidad y cantidad de agua. Los temores van a ser elevados debido a los malos precedentes dejados por otros proyectos mineros en el pasado y a los bajos niveles de educación registrados en el área de influencia del proyecto. En cuanto al alcance geográfico, se prevé que será principalmente regional y en menor medida en el ámbito local.

#### ***5.6.6.2 Etapa de operación***

Los impactos previstos para la etapa de operación son la desconfianza de la población con respecto a los resultados del monitoreo de agua, la percepción de baja en la actividad agropecuaria a consecuencia de cambios en la calidad y cantidad de agua, la percepción de incremento de enfermedades en las personas a consecuencia de cambios en la calidad del agua.

Aquí se mantendrán las mismas posiciones ya comentadas para la etapa de construcción. Estos impactos podrían tener una magnitud alta, ya que la población percibiría que como consecuencia de la alteración de las características del agua se afectaría su calidad de vida. El alcance geográfico sería regional, ya que podría alcanzar a la población de la cuenca del río Chancay. La duración de la percepción podría ser de mediano plazo.

#### ***5.6.6.3 Etapa de cierre y post cierre***

Los impactos previstos para la etapa de operación son la desconfianza de la población con respecto de los resultados del monitoreo del agua en la etapa de post cierre, percepción de baja en la actividad agropecuaria a consecuencia de cambios en la calidad y cantidad de agua, percepción de incremento de enfermedades en las personas a consecuencia de cambios en la calidad del agua.

La dirección del impacto sería negativa ya que la población podría atribuir a la actividad minera cambios en la salud de las personas, en la productividad agropecuaria o en el clima. La presencia del reservorio y el manejo de cuencas podría cambiar la dirección del impacto volviéndolo positivo, al incrementar la disponibilidad de agua para la población. Los impactos podrían tener una magnitud alta, ya que la población percibiría alteraciones en las características del agua afectarían su calidad de vida. El alcance geográfico sería regional, ya que esta percepción podría alcanzar hasta la población de la cuenca del río Chancay. La duración de la percepción sería de mediano plazo.

### **5.6.7 Empleo**

#### **5.6.7.1 Etapa de construcción**

Se estiman impactos en la mejora de ingresos locales, el empleo indirecto y la generación y fortalecimiento de las capacidades y habilidades de las personas. La contratación de mano de obra local tendrá impactos positivos tanto para las familias, como para los circuitos económicos locales y regionales.

La magnitud del cambio será baja. El alcance geográfico será local (AID) y regional (AII). El impacto tendría una duración de corto plazo. La generación de puestos de trabajo tendría una dirección positiva al fortalecer las capacidades de los trabajadores contratados. La magnitud del impacto sería alta. El alcance geográfico sería local y regional, beneficiando a la población del entorno. La duración del efecto sería de largo plazo.

#### **5.6.7.2 Etapa de operación**

Se esperan impactos en la calificación de la mano de obra local y en una mejora en ingresos locales.

La capacitación de jóvenes en oficios técnicos tendría un impacto positivo en las familias y en las localidades del entorno. La magnitud del impacto sería alta ya que contribuiría al mejoramiento de la calidad de vida de las familias. El alcance geográfico sería individual, ya que estaría referido al grupo de jóvenes que serán capacitados. La duración del impacto sería de largo plazo.

La mejora de los ingresos de las familias tendría un impacto positivo en el mejoramiento de la calidad de vida. La magnitud del cambio sería moderada. El alcance geográfico del cambio se prevé que sería local, para los trabajadores contratados y sus familias. La duración sería de mediano plazo.

#### **5.6.7.3 Etapa de cierre y post cierre**

El impacto esperado consiste en que el personal del proyecto se reducirá al mínimo y únicamente podría estar vinculada con el monitoreo de post cierre.

La dirección del impacto sería negativa, su magnitud sería moderada. El alcance geográfico sería individual. La duración del impacto sería de mediano plazo.

### **5.6.8 Bienes y servicios**

#### **5.6.8.1 Etapas de construcción y operación**

Los impactos identificados para esta etapa son la adquisición local y regional de bienes y servicios, el estímulo a la economía local y regional así como el empleo indirecto y adquisición de bienes de la oferta regional. La presencia del Proyecto La Zanja dinamizaría el mercado de proveedores de bienes y servicios locales y regionales.

La magnitud de los cambios sería moderada. El alcance geográfico del cambio va desde lo individual hasta lo regional. La duración de los cambios podría ser de mediano plazo.

#### **5.6.8.2 Etapa de cierre y post cierre**

Los impactos identificados para esta etapa son la disminución de la adquisición local y regional de bienes y servicios, la disminución de la dinámica de la economía local y regional así como la disminución del empleo indirecto y de la adquisición de bienes y servicios de la oferta regional.

Los impactos derivados del cierre, asociados a la demanda de bienes y servicios tendrían una dirección negativa y magnitud moderada. El alcance geográfico del cambio va desde lo individual hasta lo regional, ya que el proyecto dejaría de adquirir bienes y servicios en los diferentes niveles. La duración de los cambios podría ser de mediano plazo.

### **5.6.9 Estructura institucional de gobiernos locales**

#### **5.6.9.1 Etapa de operación**

Se estima que habrá cambios en los gobiernos locales provinciales y distritales derivados de los requerimientos institucionales y de gestión que implica el uso de los recursos de las regalías y del canon minero.

Estos cambios tendrían una dirección positiva, serían de magnitud moderada y con alcance local y regional. Todas las provincias y distritos de la región se beneficiarían de manera diferenciada con la distribución del canon y las regalías. Su duración sería de mediano plazo y comprenderá solo la etapa de operación.

#### **5.6.9.2 Etapa de cierre y post cierre**

Se ha considerado como impacto la finalización de los aportes del canon minero y las regalías mineras por parte del proyecto.

La dirección del cambio sería negativa, ya que el proyecto finalizará con sus aportes al presupuesto de los gobiernos locales, regional y nacional así como al empleo y a los ingresos locales. La magnitud del cambio se prevé que sería moderada y de alcance geográfico local, regional y nacional. Su duración sería de mediano plazo.

## ***6.0 Plan de Manejo Ambiental***

---

Plan de Manejo Ambiental (PMA) describe las acciones e iniciativas que Minera La Zanja se propone aplicar en el campo ambiental para que las actividades del proyecto se lleven a cabo de manera responsable y sostenible. El PMA estará sujeto a revisiones y modificaciones, de acuerdo con las condiciones o circunstancias particulares durante su implementación y a un proceso de mejora continua.

La preparación del PMA ha considerado la incorporación de la variable ambiental en los diseños de obras, instalaciones y procesos, la aplicación del Reglamento Interno de Seguridad y Medio Ambiente de Minera La Zanja, la capacitación continua del personal sobre prevención de riesgos y protección ambiental, el control de las actividades productivas y de apoyo a la producción así como la preparación y ejecución de los planes de monitoreo y de los planes de respuesta a emergencias y contingencias.

El PMA comprende los planes de prevención y mitigación; monitoreo ambiental; de respuesta a emergencias y contingencias; de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente así como de manejo de residuos sólidos.

### ***6.1 Plan prevención y mitigación***

Describe las medidas previstas (etapas de construcción y operación) para prevenir, controlar y reducir los efectos adversos asociados al proyecto que pudiesen presentarse. En las Tablas 6.1 y 6.4 se resumen las medidas de prevención y mitigación a implementarse durante el desarrollo del proyecto.

### ***6.2 Plan de monitoreo ambiental***

Describe las actividades de monitoreo a realizarse (etapas de construcción y operación). Será revisado anualmente en función de los resultados obtenidos, a fin de actualizarlo y presentarlo a la autoridad competente. Sus objetivos son conocer el efecto real causado por las actividades del proyecto; verificar la efectividad de las medidas de mitigación propuestas; verificar el cumplimiento de las normas ambientales aplicables; detectar de manera temprana efectos imprevistos e indeseados a fin de controlarlos. El plan de monitoreo para cada componente ambiental incluirá los parámetros a evaluar, estaciones de monitoreo, metodología de monitoreo, frecuencia de monitoreo así como estándares y protocolos a considerar. Comprenderá los monitoreos de meteorología, calidad del aire, ruido, aguas superficiales, aguas subterráneas, efluentes, vegetación así como fauna terrestre y acuática.

### **6.3 Plan de respuesta a emergencias y contingencias**

#### **6.3.1 Plan de respuesta a emergencias**

Establece específicamente los planes de acción a ejecutar si se presentan hechos fortuitos. Contiene instrucciones claras y precisas, procedimientos de comunicación y responsabilidades del personal, del Comité Central de Crisis y de las Brigadas de Emergencia. Asimismo, identifica las áreas críticas para emergencias (planta de proceso, taller de mantenimiento, entre otras).

#### **6.3.2 Plan de respuesta a contingencias**

Incluye los procedimientos detallados de respuesta para atender contingencias con cianuro de sodio, reactivos químicos diversos, entre otros compuestos. El transporte terrestre de sustancias peligrosas es la actividad de mayor riesgo identificada, por lo que el plan establece que los vehículos que presten servicio estarán debidamente equipados y en condiciones óptimas de seguridad para la labor encomendada. El plan será actualizado periódicamente y se distribuirá entre el personal del proyecto, contratistas, proveedores y transportistas.

### **6.4 Plan de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente**

Detalla los procedimientos a seguir, las principales funciones de gestión y supervisión según líneas de responsabilidad, de acuerdo con el cargo, así como otros requerimientos específicos. Los objetivos de este plan son asegurar que las medidas de respuesta a emergencias sean efectivas, que se reduzca al mínimo el impacto sobre el medio ambiente, que el personal esté capacitado e instruido adecuadamente a fin de realizar sus labores de manera segura, que la operación cumpla con la legislación vigente, que no haya accidentes fatales ni lesiones con tiempo perdido, prevenir, minimizar, administrar y supervisar el impacto de las actividades del proyecto, cumpliendo con las obligaciones contractuales y legales, velar por la protección del personal y por una gestión ambiental responsable y sostenible así como contar con una fuerza laboral capacitada y preparada para controlar los riesgos inherentes a las labores asignadas.

### **6.5 Plan de manejo de residuos sólidos**

Describe las acciones orientadas al manejo de dichos residuos en el proyecto, incluyendo aspectos relativos a la generación, segregación, recolección, almacenamiento temporal, transporte y disposición final de los mismos. Su objetivo es asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud pública, de acuerdo con lo establecido en la Ley General de Residuos Sólidos (Ley N° 27314) y su reglamento (D.S. N° 057-2004-PCM).

## ***7.0 Plan de Relaciones Comunitarias***

---

El Plan de Relaciones Comunitarias (PRC) es el instrumento para la implementación de la Política de Relaciones Comunitarias de Minera La Zanja. Minera La Zanja es consciente de la importancia de crear y mantener relaciones sólidas con la población de las localidades del área de influencia. Los temas clave para que esta relación sea exitosa, son el manejo ambiental adecuado, el respeto a las autoridades locales y el diálogo.

### ***7.1 Política de relaciones comunitarias***

El compromiso corporativo de responsabilidad social de Minera La Zanja se ajustará a las características de cada una de las etapas del proyecto. Durante la etapa de exploración se priorizaron los canales de información a fin de definir temas de mutuo interés. En la etapa de construcción se establecerán mecanismos de coordinación, difusión de información y de solución de discrepancias. En la etapa de operación se ejecutarán proyectos de desarrollo sostenible. En la etapa de cierre se trabajará en la rehabilitación de las áreas impactadas y en potenciar las capacidades de los trabajadores. Finalmente, el post cierre incluirá acciones de monitoreo que serán realizadas por la empresa y la población.

El Área de Relaciones Comunitarias buscará mantener relaciones basadas en la transparencia y buena voluntad. Se contratará preferentemente a pobladores de las áreas de influencia, promoviendo el mejoramiento de sus capacidades. Se evitará generar expectativas desmedidas en relación al empleo. Se preferirá realizar compras locales en la medida que ofrezcan la calidad requerida por Minera La Zanja. Se evitará comprar productos que las familias destinen a su autoconsumo.

Minera La Zanja monitoreará los cambios en el contexto social que resulten de la actividad del proyecto, lo que permitirá la toma de medidas preventivas y/o de solución de conflictos. Desarrollará procesos de negociación con los dueños del terreno superficial, que permitan acuerdos justos, transparentes y equitativos.

#### ***7.1.1 Política de adquisición de tierras***

Minera La Zanja identificó a los propietarios de aquellos terrenos para los que requería la propiedad o la autorización para su uso, estableciendo una política de acercamiento y negociación. Los terrenos en cuestión eran usados para pastar ganado.



Minera La Zanja llevó a cabo los trámites documentarios, la preparación del contrato de compra-venta del terreno y apoyó a varios propietarios en la tramitación de sus documentos de identidad y regularización de los títulos de propiedad. El pago se realizó a través de entidades bancarias con sucursal en la ciudad de Cajamarca.

### ***7.1.2 Política de prevención social y manejo de impactos socioeconómicos***

Minera La Zanja ha capacitado a pobladores del Área de Influencia Directa (AID) en temas de minería y agroindustria. Implementará, en coordinación con las autoridades sectoriales, un programa de salud preventiva, incluyendo campañas de vacunación, control de la natalidad y prevención de enfermedades de transmisión sexual. Asimismo, Minera La Zanja realizará campañas informativas, de prevención y tratamiento del agua para consumo humano en la población del entorno.

Entre los impactos económicos potenciales que Minera La Zanja puede generar, están el aumento de la recaudación tributaria, el aumento de la demanda de bienes y servicios y la generación de empleo directo e indirecto. Entre los impactos potenciales del proyecto en el orden social y cultural, están los cambios demográficos asociados a la presencia del personal y a la migración; la modificación de ciertas costumbres locales, vinculada con la presencia de gente de otros lugares en la zona; el mayor tránsito de vehículos y el uso de la infraestructura vial.

Entre las medidas de mitigación de estos impactos se proponen la sensibilización de los trabajadores de la compañía y las empresas contratistas sobre el respeto a la población local y el medio ambiente; la implementación de mecanismos de información, comunicación y consulta; la coordinación con las autoridades locales para la contratación de mano de obra local; la información adecuada y oportuna sobre puestos de trabajo y los perfiles de cada uno. Se informará y capacitará en temas vinculados con la seguridad vial, además de la implementación efectiva del Plan de Contingencias frente a accidentes.

El Código de Conducta regirá para quienes trabajen para el proyecto, sin excepción alguna. Este exige el cumplimiento de los procedimientos de seguridad, salud, medio ambiente y relaciones comunitarias.

### ***7.1.3 Política de comunicación***

Esta política tiene como objetivo establecer mecanismos eficientes de comunicación y diálogo con la población local y los grupos de interés. El Área de Relaciones Comunitarias de Minera La Zanja atenderá las inquietudes y preocupaciones de los grupos de interés, fomentando la

participación y comprensión de los temas tratados. Se prevé el establecimiento de un centro de información, a fin de canalizar las inquietudes que pudiesen surgir.

Minera La Zanja contará con un archivo de información sobre los compromisos asumidos con los grupos de interés, en el cual se consignará la fecha, los asistentes, temas tratados, acuerdos, registro audiovisual e informes sobre el desarrollo de las reuniones. .

En cumplimiento con lo establecido en el Reglamento de Consulta y Participación Ciudadana en el Procedimiento de Aprobación de los Estudios de Impacto Ambiental en el Sector Energía y Minas (Resolución Ministerial N° 596-2002-EM/DM), Minera La Zanja ha llevado a cabo una serie de reuniones y presentaciones, en las cuales ha informado sobre las actividades que desarrolla, aspectos referidos al proyecto y los avances del EIA. El proceso de participación se inició en mayo de 2001 con los objetivos de identificación de grupos de interés, desarrollo de una herramienta de diálogo y participación, identificación de los aspectos de interés y las percepciones, evaluación de los aspectos de interés identificados por los grupos participantes en la consulta y la comunicación de los resultados. El área responsable de la implementación del Plan de Comunicaciones será el Área de Relaciones Comunitarias de Minera La Zanja.

#### ***7.1.4 Política de responsabilidad social***

A partir del conocimiento de las condiciones del entorno local y regional, Minera La Zanja desarrollará las acciones descritas en el PRC. El Área de Relaciones Comunitarias preparará un reporte anual de evaluación de los avances obtenidos y recogerá de manera participativa los aportes de la población local. Los resultados de esta actividad serán puestos en conocimiento de la población.

Minera La Zanja fundamenta su PRC en los lineamientos de infraestructura, manejo integrado de cuencas y generación de empleo. En el tema de infraestructura se contempla la construcción y mejoramiento de carreteras y la implementación de una red de integración vial. En el tema energético, Minera La Zanja apoyó la elaboración del estudio técnico de electrificación rural San Miguel de Pallaques – Saucepampa.

El tema forestal será desarrollado por sus potencialidades tanto para la captura de agua, como para la generación de recursos económicos. En cuanto al tema turístico, Minera La Zanja contribuirá con las iniciativas locales a fin de poner en valor los recursos turísticos locales.

## ***7.2 Responsabilidades y funciones para el manejo del plan de relaciones comunitarias***

El PRC estará compuesto por las acciones que se realizarán para mantener buenas relaciones con las autoridades y poblaciones del AID y del AII. Este plan está íntimamente relacionado con el Plan de Manejo Social cuyos temas centrales se refieren a organización, responsabilidades, estructura, comunicación, documentación, capacitación, verificación y acciones correctivas.

Durante la etapa de construcción, la persona responsable de la estructuración e implementación del plan estará en contacto con las localidades. Se documentarán las acciones y logros concretos del plan y se hará un seguimiento a fin de ejecutar las acciones correctivas que correspondan.

### ***7.2.1 Etapa de construcción***

Durante la etapa de construcción se pondrá especial atención en la comunicación con la población del AID y AII. Se informará a la población a través de los medios de comunicación local como radio y/o prensa, de reuniones y actividades sobre el proyecto como sobre otros temas de interés.

Se pondrá en marcha la mitigación de los efectos de la construcción de infraestructura, con especial interés en el tema del polvo; también se considerará el mantenimiento de caminos y transporte. En lo que respecta al flujo vehicular, los conductores cumplirán con los estándares de seguridad y las rutas asignadas; las quejas serán canalizadas a través de una línea telefónica. Minera La Zanja dará preferencia a la contratación de mano de obra local, para lo cual pondrá en marcha un programa de capacitación, de acuerdo con los lineamientos de la Política de Relaciones Comunitarias. Se procederá del mismo modo respecto a la adquisición o permiso de uso de tierras.

La población local será informada de la demanda de servicios y recursos necesarios requeridos por el proyecto. Minera La Zanja capacitará a los trabajadores en las políticas del proyecto, en cuanto a seguridad ocupacional e higiene industrial; en planes de contingencia y respuesta ante emergencias; control del polvo; manejo de materiales peligrosos; uso de equipos de protección personal; salud ocupacional; código de conducta y en la importancia de la conservación de los recursos naturales, entre otros.

El personal foráneo que se incorpore a trabajar será alojado en un campamento, ubicado en terrenos de propiedad de Minera La Zanja, el cual contará con las comodidades del caso, incluyendo sistemas para recolección, tratamiento y disposición de residuos y aguas servidas. En la movilización de vehículos, maquinarias y afines se tendrá en cuenta la condición de las vías y los límites de velocidad. La mitigación del polvo generado en el transporte contempla el riego de las vías. Se prevé el uso de silenciadores para reducir la generación de ruido. El buen mantenimiento de los vehículos, maquinaria y equipos contribuirá también a mitigar los efectos de la generación de polvo y ruidos. Los vehículos deberán cumplir con las especificaciones mecánicas y de seguridad.

El Área de Relaciones Comunitarias establecerá mecanismos para verificar el cumplimiento de los compromisos adquiridos durante la construcción. El seguimiento será efectuado mediante las actas de reuniones, la aplicación de encuestas y un libro de registro y reportes de contratistas sobre el uso de bienes y servicios locales.

### ***7.2.2 Etapa de operación***

El encargado de Relaciones Comunitarias administrará los componentes sociales del proyecto, detectará las acciones para reducir impactos sociales e identificará impactos potenciales. Asimismo, informará sobre el desarrollo de las actividades.

Se continuará con la capacitación al personal en Políticas de Medio Ambiente, Salud y Seguridad y en Relaciones Comunitarias. A fin de prevenir accidentes, los trabajadores recibirán capacitación en planes de respuesta a emergencias, control del polvo, manejo de materiales peligrosos, primeros auxilios, uso de equipos de protección personal, salud ocupacional, código de conducta y la importancia de la conservación de los recursos naturales. El personal foráneo se alojará en el campamento ubicado en terrenos de propiedad de Minera La Zanja.

El monitoreo de indicadores sociales (salud, educación, percepciones, entre otros) permitirá realizar acciones preventivas o de mitigación según sea pertinente. El seguimiento será efectuado mediante actas de reuniones, aplicación de encuestas y un libro de registro y reportes de contratistas sobre el uso de bienes y servicios locales.

### ***7.2.3 Etapa de cierre***

Se informará acerca de la infraestructura construida, las iniciativas de desarrollo social ejecutadas, los empleos generados, las compras realizadas y el cambio en el uso de la tierra.

El proyecto establecerá un Programa de Cierre, integrado a los otros programas de manejo social, cuyos objetivos específicos serán implementados durante las etapas de planificación, construcción, operaciones y cierre del proyecto.

Se prestará especial atención al manejo de los activos y a la reducción de potenciales impactos sociales a nivel individual y grupal. Estos cambios estarán vinculados con el cese de los trabajadores al culminar las etapas de operaciones y de cierre, la transferencia del manejo de actividades de desarrollo social y el uso de la tierra.

Sobre la base de criterios ambientales, se clasificarán los terrenos de acuerdo con su capacidad para retornar a su uso original, un uso limitado o que no deberán ser usados. En consulta con los grupos de interés local, se establecerán mecanismos para transferir la pertenencia de alguna propiedad.

Se establecerá un mecanismo de consulta que incluirá temas tales como la desmovilización de los bienes del campamento y algunos equipos, las decisiones sobre cómo tratar adecuadamente la infraestructura de electricidad, agua y desagüe instalada por el proyecto y el futuro manejo de las tierras que posee el mismo.

#### ***7.2.4 Etapa de post cierre***

Se implementará un sistema de control o monitoreo de la ejecución de los programas sociales diseñados, a fin de asegurar que el uso y asignación de recursos se realice de manera transparente, eficaz y equitativa y que se cumplan los objetivos de reinserción laboral de los trabajadores.

## **8.0 Análisis de Alternativas**

---

El análisis de alternativas es uno de los primeros pasos en la evaluación de las opciones para la puesta en marcha de una operación minera y la ubicación de las instalaciones requeridas. Su objetivo es comparar, a partir de un conjunto de criterios previamente establecidos, aquellas alternativas que podrían ser factibles, con el fin de determinar cual es la mejor opción para el proyecto.

### **8.1 Metodología del análisis de alternativas**

En el presente EIA se ha utilizado una versión modificada del método denominado Matriz de Conteo Múltiple (MCM), Kerr et al. (2003) el que considera una serie de criterios principales (conteos), cada uno de los cuales tiene un valor de ponderación. Debido a que cada conteo puede tener factores que lo influyen, es a su vez dividido en sub-criterios (sub-conteos). Cada sub-conteo tiene también un valor de ponderación; dentro de cada sub-conteo hay indicadores de los factores determinantes; cada uno de los cuales tiene un valor de ponderación. La razón de dividir y subdividir cada conteo es definir una base para el análisis de alternativas que permita seguir la lógica del autor en su análisis. El motivo de la ponderación de cada conteo, sub-conteo, e indicador dentro del análisis de alternativas, es tomar en consideración que algunos indicadores son más importantes que otros. El proceso es subjetivo, dado que las ponderaciones así como los conteos son determinados en base a la experiencia y criterio profesional del evaluador. La escala de ponderación debe ser definida por el evaluador, considerando los posibles valores que puede tomar cada indicador. Los valores utilizados en la presente MCM se muestran en el Cuadro 8.1.

Establecidos los indicadores y definidos sus valores de ponderación, se asigna un valor a cada opción. En el presente MCM se considera una escala de valores que toma en cuenta los efectos positivos de una buena opción y los efectos negativos de una opción pobre. La escala adoptada considera un valor 3 como una opción buena, 2 como una opción moderadamente buena, 1 como una opción ligeramente buena, 0 como una opción neutra, -1 como una opción ligeramente pobre, -2 como una opción moderadamente pobre y -3 como una opción pobre. Luego de establecer los valores para los conteos, sub-conteos e indicadores, se multiplican los valores de los conteos por los de las ponderaciones a fin de obtener un total. Posteriormente, se suman los valores ponderados por cada indicador. El mayor valor resultante, se considera como la mejor alternativa.

Para cada indicador y su correspondiente valoración, se incluye una descripción textual a fin de proveer una base de la valoración (Tablas 8.1, 8.2 y 8.3).

## **8.2 Análisis de alternativas de ubicación de instalaciones mineras**

Un resumen de los resultados de los análisis de alternativas para las distintas instalaciones del proyecto se presenta a continuación. Las Tablas 8.1 a 8.4 presentan los resultados numéricos del análisis efectuado.

### **8.2.1 Tajos abiertos**

La ubicación de los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde corresponde al lugar en el cual se ubican los yacimientos minerales.

### **8.2.2 Plataforma de lixiviación**

Se evaluaron cuatro alternativas (A1, A2, A3 y A4) para esta instalación, (Figura 8.1 y Tabla 8.1). La mejor alternativa para la ubicación de la plataforma de lixiviación es la alternativa A1.

Un resumen del análisis de alternativas para plataforma de lixiviación se aprecia en el Cuadro 8.1

### **8.2.3 Depósito de desmonte de mina San Pedro Sur**

Se evaluaron las alternativas A1, A2 y A3 para la ubicación del depósito de desmonte (Tabla 8.2 y Figura 8.2). La alternativa preferida es la alternativa A1. Un resumen del análisis de alternativas para el depósito de desmonte San Pedro Sur se aprecia en el Cuadro 8.2.

### **8.2.4 Vía de acceso a Pampa Verde**

Se consideraron tres alternativas para el acarreo desde Pampa Verde hasta San Pedro Sur, las cuales se presentan en la Figura 8.3 y sus características se describen en la Tabla 8.3. La mejor alternativa para la vía de acceso a Pampa Verde es la alternativa A3. El resumen del análisis de alternativas para la vía de acceso a Pampa Verde se presenta en el Cuadro 8.3.

### **8.2.5 Depósito de desmonte de mina Pampa Verde**

Se evaluaron las alternativas A1, A2, A3, A4 y A5 para la ubicación del depósito de desmonte (Tabla 8.4 y Figura 8.4). La alternativa preferida para la ubicación del depósito de desmonte Pampa Verde es A2. El resumen del análisis de alternativas para el depósito de desmonte Pampa Verde se aprecia en el Cuadro 8.4

### **8.2.6 Presa de abastecimiento de agua fresca**

El análisis de alternativas del embalse de abastecimiento de agua fue realizado por Water Management Consultants, se identificaron y evaluaron 4 alternativas (1A, 1B, 2A y 2B), de las cuales la Alternativa 1A presenta las mayores ventajas ambientales y económicas frente a las otras opciones, por lo tanto ha sido seleccionada como la opción preferida para la ubicación del embalse para el abastecimiento de agua al proyecto.



## ***9.0 Plan de Cierre Conceptual***

---

La Ley N° 28090 y su modificatoria (Ley N° 28234) establecen obligaciones y procedimientos a cumplir por los titulares mineros para la elaboración, presentación y ejecución del Plan de Cierre de Minas y la constitución de las garantías respectivas. La Ley establece la presentación ante la autoridad competente del Plan de Cierre de Minas, en el plazo máximo de un año, a partir de la aprobación del EIA.

### ***9.1 Objetivos del cierre***

El cierre de mina será desarrollado para lograr en las áreas del proyecto y obras remanentes una condición segura en el largo plazo, a fin de proteger el medio ambiente y evitar accidentes; lograr que el terreno cerrado y rehabilitado tenga una condición y uso compatible con las áreas aledañas; minimizar los efectos sobre la diversidad biológica en el área del proyecto, procurando que se mantenga como hábitat para la vida silvestre, donde corresponda.

### ***9.2 Criterios de cierre***

Se considera que tras la ejecución de las actividades de cierre, el sitio no requerirá actividades adicionales de cuidado ni mantenimiento. Sin embargo, si durante la ejecución del proyecto o de los estudios que serán parte de la actualización del Plan de Cierre se estableciese que las actividades de cierre previstas no serán suficientes para cumplir con los objetivos del cierre, se evaluarán otras alternativas que permitan alcanzar dichos objetivos.

### ***9.3 Actividades de cierre temporal***

En la eventualidad que las condiciones económicas, políticas o conflictos laborales obligasen al cierre temporal, se ejecutarán las medidas de cuidado y mantenimiento necesarias para proteger la salud, seguridad pública y ambiente durante el período de inactividad. Las actividades de Cierre Temporal están dirigidas a temas de seguridad e higiene, estabilidad física y química, así como al manejo ambiental.

### ***9.4 Actividades de cierre progresivo***

El cierre progresivo es un escenario que ocurre de manera simultánea a la etapa de operación de la mina, cuando un componente o parte de un componente de la actividad minera deja de ser útil. Minera La Zanja pondrá en práctica el cierre progresivo de instalaciones e infraestructura, en paralelo con las operaciones.

### ***9.5 Actividades de cierre final***

Las actividades de cierre final incluyen el desmantelamiento o demolición de las instalaciones, la recuperación de materiales, la disposición de equipos y la nivelación del

terreno que no ha sido rehabilitado durante el desarrollo del cierre progresivo. Las infraestructuras relevantes sobre las cuales se llevarán a cabo actividades de cierre final son los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde, los depósitos de desmonte de mina San Pedro Sur y Pampa Verde, las pozas de solución y de eventos de tormentas, la planta de procesos, la plataforma de lixiviación, las canteras y los caminos de acceso.

## ***9.6 Mantenimiento y monitoreo post cierre***

### ***9.6.1 Mantenimiento post cierre***

El mantenimiento post-cierre está referido a las actividades a ser realizadas para prevenir o mitigar cualquier cambio negativo que pueda ocurrir tras el cierre del proyecto y comprende el mantenimiento físico, el mantenimiento químico y el mantenimiento biológico.

### ***9.6.2 Monitoreo post cierre***

El plan de monitoreo post cierre incluirá los aspectos de estabilidad física, estabilidad química, calidad de suelos rehabilitados y biológicos (vegetación, fauna terrestre y acuática). También incluirá un monitoreo sobre los resultados de la implementación del Plan de Relaciones Comunitarias.

## **10.0 Análisis Costo/Beneficio**

---

Este capítulo presenta en forma resumida el análisis de los costos y beneficios ambientales y socioeconómicos del proyecto, el cual ha sido desarrollado a partir de la evaluación de los impactos (positivos y negativos) del proyecto sobre los componentes físico, biológico, socioeconómico y de interés humano. Este análisis considera como **costos** y **beneficio** a los impactos del proyecto que tengan una calificación negativa y positiva, respectivamente. La magnitud del impacto del proyecto sobre el ambiente puede ser expresada mediante la relación costo/beneficio, la que a su vez se obtiene mediante el análisis de los resultados de la matriz RIAM (Tablas 5.4 a 5.6).

El proyecto generará un costo ambiental que para la mayoría de los componentes ambientales se trata de un costo temporal, reversible y circunscrito al ámbito local y alrededores. La mayoría de los costos ambientales generados serán revertidos durante la etapa de cierre. Durante las etapas de construcción y operación, la implementación del Plan de Manejo y de la Política Ambiental de Minera La Zanja, controlará y minimizará los impactos adversos al ambiente previstos en este estudio.

El mayor beneficio del proyecto recae en el componente social, ya que permitirá la generación de puestos de trabajo para la población local, principalmente durante la etapa de construcción, el incremento de la demanda de bienes y servicios tanto a nivel local como regional, los programas de apoyo social a las comunidades cercanas, la generación de divisas para el país y el aumento en el presupuesto a los gobiernos distritales, provinciales y regionales a través del Canon Minero. Minera La Zanja ha asumido el reto de llevar a cabo este proyecto con responsabilidad social y ambiental para beneficio del país, la región y las poblaciones locales.

## **11.0 Proceso de Participación Ciudadana**

El proceso de Participación Ciudadana se realizó de acuerdo con la Guía de Relaciones Comunitarias desarrollada por el MINEM en el 2001 y a la Resolución Ministerial N° 596-2002-EM/DM, expedida el 20 de diciembre del 2002, mediante la cual se aprobó el Reglamento de Consulta y Participación Ciudadana en el Procedimiento de Aprobación de los Estudios Ambientales en el Sector de Energía y Minas. El Proceso de Participación Ciudadana se realizó entre mayo del 2001 y diciembre del 2007.

Los objetivos del proceso de participación fueron: la identificación de grupos de interés; el desarrollo de una herramienta de diálogo y participación; la identificación de temas de interés y percepciones de grupos participantes y la comunicación sobre los temas de interés identificados en el Proceso de Participación Ciudadana, entre otros.

En el Cuadro 11.1 se presentan las categorías por sector y la justificación de su elección como grupos de interés.

Se diseñó el Plan de Participación Previa de acuerdo con las características de los grupos de interés identificados para el proyecto y tuvo cuatro momentos:

Reuniones informativas anteriores al inicio de los estudios ambientales sobre derechos y deberes ciudadanos, legislación ambiental y tecnologías que utilizaría el proyecto. Se recogieron también percepciones sobre el proyecto. Las reuniones fueron convocadas por el Proyecto La Zanja:

- Año 2001, se realizaron seis reuniones en las localidades de Pulán, La Portada, El Molino, La Palma, Yerba Buena, El Cedro, Pampa del Suro, San Pedro, Vista Alegre, El Roble, Peña Blanca, La Zanja y San Lorenzo, con un total de 165 participantes entre autoridades y pobladores en general.
- Año 2003, se realizaron cuatro reuniones en Pisit, San Lorenzo Alto, La Zanja y Gordillos. Participaron 120 personas, entre pobladores y autoridades. En ese mismo año se realizaron dos reuniones una en San Mguel para el Instituto Superior Pedagógico “Alfonso Barrantes Lingán” y Centros Educativos y otra en Santa Cruz de Succhabamba para el Instituto Superior Pedagógico. En total participaron 520 profesores y alumnos.

En el Cuadro 11.3 se presenta un resumen de las reuniones realizadas.

Talleres participativos para difundir información sobre el proyecto y presentar avances del EIA y del marco jurídico aplicable. Fueron convocados por la Dirección Regional de Energía y Minas de Cajamarca y contaron con la participación de representantes de Golder Associates Perú S.A. y de Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. Se recogieron percepciones, preocupaciones y expectativas de la población con respecto a la actividad del proyecto. Se realizaron 6 talleres entre enero y marzo del 2004 en Gordillos, Pisit, La Zanja, Agomayo, Pulán y San Lorenzo, con la participación de 129 personas entre autoridades, dirigentes y pobladores. Finalizados los talleres se leyeron las actas, firmándolas los asistentes que tuvieron a bien hacerlo. En el EIA, anexo correspondiente al EIS, se adjuntan copias de las actas elaboradas. Se realizó el registro de audio y fotográfico y en cuatro de ellos se hizo un registro audiovisual.

Talleres informativos sobre minería y desarrollo, realizados en los meses de octubre y noviembre de 2007, en coordinación con la Dirección Regional de Energía y Minas, el Instituto de Ingenieros de Minas y el Proyecto La Zanja, se realizaron tres talleres informativos sobre Minería y Desarrollo, en los centros poblados de Pisit, San Lorenzo y en el caserío La Zanja.

Talleres informativos previos, durante elaboración Estudio de Impacto Ambiental. En el mes de diciembre de 2007 se realizaron dos talleres informativos previos, convocados por la Dirección Regional de Energía y Minas. Las empresas consultoras presentaron los avances del Estudio de Impacto Ambiental en el Caserío La Zanja y en el Centro Poblado Menor de Pisit.

En los Cuadros 11.4, 11.5 y 11.6 se presenta un resumen de las reuniones preparatorias con las autoridades sectoriales.

Se agruparon los temas de interés surgidos en los talleres participativos en las categorías de medio ambiente, empleo y trabajo, carreteras, monitoreo y fiscalización, como se muestra en el Cuadro 11.2.

Con respecto al Proceso de Participación Ciudadana, se puede decir que:

- Fue percibido de manera positiva por los grupos de interés. En las reuniones realizadas, la población mostró interés por la información proporcionada.

- Fue realizado de manera adecuada y de forma tal que las inquietudes de los grupos de interés pudieron ser expresadas para su consideración e inclusión en la identificación de los impactos potenciales y el manejo adecuado de los mismos.
- El Proyecto La Zanja contará con un plan de divulgación del proyecto, establecido con un relacionador comunitario quien pueda informar y contribuir a establecer un nexo entre la población y la empresa.
- Los temas más recurrentes de la población están directamente relacionados con motivaciones económicas, ya que si el proyecto tuviera impactos desfavorables sobre la calidad del agua y del medio ambiente y no existiera un adecuado plan de manejo, ello podría afectar negativamente sus actividades productivas, ya sea ganaderas o agrícolas.
- Asimismo, manifestaron especial interés en la generación de puestos de trabajo, lo que tendría impactos favorables en los ingresos de las familias de las localidades del entorno.
- La construcción de carreteras y vías de comunicación también fue considerada como un posible impacto favorable del Proyecto La Zanja.
- Se elaborará una lista de instituciones y sus responsables, a quienes los pobladores puedan acudir en caso de sentir la necesidad de presentar alguna denuncia sobre los aspectos referidos a la actividad minera.

Finalmente, se diseñarán estrategias de capacitación sobre temas de preocupación general, como son el cuidado del medio ambiente y la responsabilidad de las comunidades y de las empresas.

**Minera La Zanja S.R.L.  
Proyecto La Zanja  
Estudio de Impacto Ambiental**

**Informe Final**

Diciembre 2007

Preparado para  
**Minera La Zanja S.R.L.**  
**Carlos Villarán 790, Urb. Santa Catalina**  
Teléfono: (511) 419-2500  
Fax: (511) 419-2607

Preparado por  
**Knight Piésold Consultores S.A.**  
**Calle Aricota 106, 5° Piso**  
**Santiago de Surco, Lima 33, Perú**  
Teléfono: (511) 702-9090  
Fax: (511) 702-9099

LI201-00070/14

**Minera La Zanja S.R.L.  
Proyecto La Zanja  
Estudio de Impacto Ambiental**

**Informe Final**

***Tabla de Contenido***

---

1.0	Introducción .....	1-1
1.1	Aspectos generales .....	1-1
1.2	Estructura del Estudio de Impacto Ambiental.....	1-1
2.0	Antecedentes .....	2-1
2.1	Descripción general de las actividades del proyecto.....	2-1
2.1.1	Recuento de las actividades en el Proyecto La Zanja .....	2-1
2.1.2	Permisos existentes .....	2-1
2.1.3	Derechos mineros .....	2-2
2.2	Aspectos políticos, legales y administrativos.....	2-2
2.2.1	Requisitos administrativos .....	2-4
2.2.2	Política corporativa de seguridad y medio ambiente .....	2-4
3.0	Descripción del Área del Proyecto.....	3-1
3.1	Ambiente físico .....	3-1
3.1.1	Ubicación, topografía y fisiografía.....	3-1
3.1.2	Clima y meteorología .....	3-2
3.1.3	Calidad del aire.....	3-9
3.1.4	Ruido y vibración .....	3-17
3.1.5	Geología .....	3-20
3.1.6	Sismicidad .....	3-26
3.1.7	Suelos .....	3-28
3.1.8	Recursos hídricos .....	3-47
3.1.9	Potencial de generación de drenaje ácido .....	3-72
3.2	Ambiente biológico .....	3-75
3.2.1	Ecosistema terrestre.....	3-75
3.2.2	Flora y vegetación .....	3-76
3.2.3	Fauna .....	3-88
3.2.4	Vida acuática .....	3-96
3.2.5	Áreas naturales protegidas .....	3-108



## **Tabla de Contenido (Cont.)**

---

3.3	Ambiente socioeconómico .....	3-108
3.3.1	Área de estudio .....	3-109
3.3.2	Área de influencia directa (AID).....	3-109
3.3.3	Área de influencia indirecta (AII) .....	3-120
3.4	Ambiente de interés humano .....	3-132
3.4.1	Paisaje.....	3-132
3.4.2	Arqueología.....	3-145
4.0	Descripción del Proyecto .....	4-1
4.1	Descripción de la etapa de construcción .....	4-2
4.1.1	Actividades de la construcción.....	4-2
4.1.2	Mano de obra.....	4-41
4.1.3	Suministros.....	4-41
4.1.4	Transporte y equipos .....	4-43
4.1.5	Residuos, efluentes y emisiones de la construcción.....	4-43
4.2	Descripción de la etapa de operación .....	4-44
4.2.1	Actividades de la operación .....	4-44
4.2.2	Mano de obra.....	4-49
4.2.3	Suministros.....	4-49
4.2.4	Transporte.....	4-52
4.2.5	Residuos, efluentes y emisiones de la operación .....	4-52
5.0	Identificación y Evaluación de Impactos Potenciales .....	5-1
5.1	Metodología de evaluación rápida del impacto ambiental - RIAM.....	5-1
5.1.1	Lista de verificación y aplicación.....	5-1
5.1.2	Evaluación de impactos.....	5-3
5.1.3	Variables consideradas para la evaluación de impactos.....	5-4
5.2	Áreas de influencia del proyecto .....	5-7
5.2.1	Componentes del ambiente físico .....	5-7
5.2.2	Componentes del ambiente biológico .....	5-10
5.2.3	Componentes del ambiente de interés humano .....	5-12
5.2.4	Componentes del ambiente socioeconómico .....	5-12
5.3	Importancia de los componentes ambientales evaluados según RIAM .....	5-13
5.4	Impactos al ambiente físico .....	5-15
5.4.1	Relieve.....	5-15
5.4.2	Aire.....	5-17
5.4.3	Ruidos y vibraciones .....	5-23

## **Tabla de Contenido (Cont.)**

---

5.4.4	Suelos .....	5-26
5.4.5	Aguas superficiales .....	5-29
5.4.6	Aguas subterráneas.....	5-38
5.5	Impactos al ambiente biológico.....	5-43
5.5.1	Flora y vegetación .....	5-43
5.5.2	Fauna .....	5-48
5.5.3	Vida acuática .....	5-54
5.6	Impactos al ambiente de interés humano .....	5-56
5.6.1	Paisaje.....	5-56
5.6.2	Restos arqueológicos.....	5-59
5.7	Impactos al ambiente socioeconómico.....	5-60
5.7.1	Población.....	5-63
5.7.2	Antiguos propietarios reubicados.....	5-64
5.7.3	Actitudes hacia el proyecto .....	5-64
5.7.4	Estructura social .....	5-66
5.7.5	Infraestructura comunitaria .....	5-67
5.7.6	Percepciones de riesgo ambiental y de salud .....	5-70
5.7.7	Empleo .....	5-72
5.7.8	Bienes y servicios.....	5-74
5.7.9	Estructura institucional de gobiernos locales.....	5-75
6.0	Plan de Manejo Ambiental.....	6-1
6.1	Plan de prevención y mitigación .....	6-1
6.1.1	Prevención y mitigación de impactos al ambiente físico .....	6-2
6.1.2	Prevención y mitigación de impactos al ambiente biológico.....	6-13
6.1.3	Prevención y mitigación de impactos al ambiente socioeconómico .....	6-17
6.1.4	Prevención y mitigación de impactos al ambiente de interés humano...	6-18
6.2	Plan de monitoreo ambiental.....	6-18
6.2.1	Meteorología .....	6-20
6.2.2	Calidad de aire.....	6-20
6.2.3	Ruido .....	6-21
6.2.4	Aguas superficiales .....	6-22
6.2.5	Agua subterránea.....	6-24
6.2.6	Efluentes.....	6-26
6.2.7	Flora y vegetación .....	6-27
6.2.8	Fauna terrestre y acuática .....	6-28

## **Tabla de Contenido (Cont.)**

---

6.3	Plan de respuesta a emergencias y contingencias .....	6-29
6.3.1	Plan de respuesta a emergencias .....	6-29
6.3.2	Plan de respuesta a contingencias .....	6-30
6.4	Plan de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente .....	6-31
6.5	Plan de manejo de residuos sólidos .....	6-32
6.5.1	Objetivo .....	6-32
6.5.2	Marco legal .....	6-32
6.5.3	Tipos de residuos sólidos .....	6-32
6.5.4	Medidas de manejo .....	6-33
6.5.5	Minimización .....	6-33
6.5.6	Segregación .....	6-33
6.5.7	Recolección .....	6-36
6.5.8	Almacenamiento temporal .....	6-36
6.5.9	Transporte y disposición final .....	6-37
6.5.10	Registros .....	6-38
6.5.11	Responsabilidades .....	6-39
6.5.12	Capacitación .....	6-39
7.0	Plan de Relaciones Comunitarias .....	7-1
7.1	Introducción .....	7-1
7.2	Política de relaciones comunitarias .....	7-1
7.2.1	Política de adquisición de tierras .....	7-2
7.2.2	Política de prevención social y manejo de impactos socioeconómicos ...	7-2
7.2.3	Política de comunicación .....	7-3
7.2.4	Política de responsabilidad social .....	7-5
7.3	Responsabilidades y funciones para el manejo del plan de relaciones comunitarias .....	7-6
7.3.1	Etapas de construcción .....	7-6
7.3.2	Etapas de operación .....	7-8
7.3.3	Etapas de cierre .....	7-9
7.3.4	Etapas de post cierre .....	7-10
8.0	Análisis de Alternativas .....	8-1
8.1	Introducción .....	8-1
8.2	Suposiciones del estudio .....	8-3
8.3	Instalaciones y actividades mineras .....	8-3
8.3.1	Instalaciones mineras .....	8-3

**Tabla de Contenido (Cont.)**

---

8.3.2	Actividades mineras .....	8-4
8.4	Condiciones consideradas en el análisis.....	8-4
8.4.1	Aspectos físicos.....	8-5
8.4.2	Aspectos biológicos.....	8-8
8.4.3	Aspectos socioeconómicos.....	8-10
8.4.4	Aspectos de interés humano .....	8-11
8.5	Análisis de alternativas de ubicación de instalaciones mineras .....	8-13
8.5.1	Tajos abiertos .....	8-13
8.5.2	Plataforma de lixiviación .....	8-13
8.5.3	Depósito de desmonte de mina San Pedro Sur.....	8-20
8.5.4	Vía de acceso a Pampa Verde .....	8-27
8.5.5	Depósito de desmonte de mina Pampa Verde.....	8-35
8.5.6	Depósito de desmonte de construcción .....	8-43
8.5.7	Planta de beneficio ADR.....	8-43
8.5.8	Punto de abastecimiento de agua fresca.....	8-43
8.5.9	Presa de abastecimiento de agua fresca.....	8-43
8.5.10	Área de acumulación de suelo orgánico.....	8-45
8.5.11	Caminos de acceso .....	8-45
8.5.12	Campamento.....	8-45
8.5.13	Relleno de seguridad y sanitario .....	8-46
8.5.14	Instalaciones auxiliares .....	8-47
8.5.15	Tratamiento de aguas ácidas .....	8-49
8.6	Análisis de alternativas de las actividades mineras.....	8-50
8.6.1	Extracción de minerales .....	8-50
8.6.2	Tratamiento de mineral .....	8-50
8.6.3	Proceso de beneficio.....	8-51
9.0	Plan de Cierre Conceptual.....	9-1
9.1	Introducción .....	9-1
9.2	Objetivos del cierre .....	9-1
9.3	Criterios de cierre .....	9-2
9.4	Actividades de cierre temporal.....	9-2
9.4.1	Desmantelamiento de las instalaciones .....	9-2
9.4.2	Demolición, recuperación y disposición .....	9-2
9.4.3	Estabilidad física .....	9-3
9.4.4	Estabilidad química .....	9-3

## **Tabla de Contenido (Cont.)**

---

9.4.5	Establecimiento de la forma del terreno y rehabilitación de hábitat .....	9-3
9.4.6	Revegetación .....	9-3
9.4.7	Actividades sociales .....	9-3
9.5	Actividades de cierre progresivo .....	9-3
9.5.1	Desmantelamiento de las instalaciones .....	9-3
9.5.2	Demolición, recuperación y disposición .....	9-4
9.5.3	Estabilidad física .....	9-4
9.5.4	Estabilidad química .....	9-4
9.5.5	Establecimiento de la forma del terreno y rehabilitación de hábitat .....	9-5
9.5.6	Revegetación .....	9-5
9.5.7	Programas sociales .....	9-9
9.6	Actividades de cierre final .....	9-10
9.6.1	Tajos .....	9-10
9.6.2	Depósitos de desmonte de mina .....	9-12
9.6.3	Pozas de solución y de eventos de tormentas .....	9-13
9.6.4	Planta de procesos .....	9-13
9.6.5	Plataforma de lixiviación .....	9-14
9.6.6	Canteras .....	9-14
9.6.7	Camino de acceso y otras instalaciones .....	9-16
9.6.8	Programas sociales .....	9-17
9.7	Mantenimiento y monitoreo post cierre .....	9-17
9.7.1	Mantenimiento post cierre .....	9-17
9.7.2	Monitoreo post cierre .....	9-18
10.0	Análisis Costo/Beneficio .....	10-1
10.1	Análisis de los componentes ambientales .....	10-1
10.2	Análisis del componente social .....	10-2
10.3	Resumen del análisis costo beneficio .....	10-3
11.0	Proceso de Participación Ciudadana .....	11-1
11.1	Identificación de grupos de interés en el área de influencia del proyecto .....	11-2
11.1.1	Grupos de interés local .....	11-4
11.1.2	Grupos de interés regional .....	11-4
11.1.3	Grupos de interés nacionales .....	11-4
11.2	Plan de participación previa .....	11-4
11.2.1	Reuniones anteriores al inicio de los estudios ambientales .....	11-6
11.2.2	Talleres participativos sobre el proyecto y sobre el EIA .....	11-7

***Tabla de Contenido (Cont.)***

---

11.2.3	Material de presentación .....	11-8
11.2.4	Identificación de temas claves.....	11-8
11.3	Desarrollo de las reuniones anteriores al inicio de los estudios ambientales.....	11-9
11.4	Desarrollo de las reuniones sobre el proyecto y el EIA .....	11-12
11.5	Talleres informativos.....	11-19
11.6	Conclusiones .....	11-20
12.0	Lista de Especialistas .....	11-1
13.0	Bibliografía.....	13-1

## ***Lista de Cuadros***

---

<b>Cuadro</b>	<b>Título</b>
Cuadro 3.1	Rutas hacia el Proyecto La Zanja
Cuadro 3.2	Promedios mensuales de temperatura media, máxima, mínima y sensación térmica
Cuadro 3.3	Estaciones pluviométricas seleccionadas
Cuadro 3.4	Promedios mensuales de precipitación, evapotranspiración y humedad relativa
Cuadro 3.5	Promedios mensuales de radiación solar
Cuadro 3.6	Velocidad y dirección del viento
Cuadro 3.7	Ubicación de los puntos de muestreo de calidad de aire
Cuadro 3.8	Resultados del muestreo de calidad de aire - Material particulado PM10
Cuadro 3.9	Resultados del muestreo de calidad de aire - Partículas Totales en Suspensión (PTS)
Cuadro 3.10	Resultados del muestreo de calidad de aire - Elementos metálicos en el PM10
Cuadro 3.11	Resultados del muestreo de calidad de aire - Monóxido de Carbono (CO)
Cuadro 3.12	Resultados del muestreo de calidad de aire - Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )
Cuadro 3.13	Resultados del muestreo de calidad de aire - Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )
Cuadro 3.14	Evaluación de los resultados de la línea base de ruido para el periodo diurno
Cuadro 3.15	Evaluación de los resultados de la línea base de ruido para el periodo nocturno
Cuadro 3.16	Evaluación de las vibraciones según la Norma ISO 2361
Cuadro 3.17	Inclinación del suelo en fases por pendiente
Cuadro 3.18	Categorías de uso de suelo
Cuadro 3.19	Categorías de uso actual del suelo identificadas en el Proyecto La Zanja
Cuadro 3.20	Análisis comparativo del contenido total de metales en muestras de suelos provenientes del Proyecto La Zanja
Cuadro 3.21	Ubicación de puntos de muestreo de calidad de suelos
Cuadro 3.22	Niveles de fondo y de referencia de metales en los suelos del área del proyecto
Cuadro 3.23	Parámetros geomorfológicos de la microcuenca de la quebrada El Cedro
Cuadro 3.24	Parámetros geomorfológicos de la microcuenca del río Pisit
Cuadro 3.25	Precipitaciones máximas de 24 horas para diferentes periodos de retorno
Cuadro 3.26	Puntos de monitoreo de caudales por cuenca de drenaje
Cuadro 3.27	Caudales aforados durante el estudio de línea base hidrológica (L/s)
Cuadro 3.28	Resultados de caudales medios anuales (L/s) en la quebrada Bramadero según el modelo hidrológico
Cuadro 3.29	Estaciones de monitoreo de la línea base de aguas superficiales

## ***Lista de Cuadros (Cont.)***

---

<b>Cuadro</b>	<b>Título</b>
Cuadro 3.30	Estaciones monitoreadas de las aguas subterráneas
Cuadro 3.31	Áreas de influencia y criterios de definición
Cuadro 3.32	Población total según género por localidad, (%) (2007)
Cuadro 3.33	Nivel educativo de la población mayor de 15 años según género por localidad, 2007
Cuadro 3.34	Resumen de las características de las viviendas por localidad, 2007 (%)
Cuadro 3.35	Características demográficas del AII
Cuadro 3.36	Mapa de pobreza
Cuadro 3.37	Nivel educativo de las provincias de Santa Cruz y San Miguel (%) (2005)
Cuadro 3.38	Nivel educativo del distrito de Pulán y Tongod (%) (2005)
Cuadro 3.39	Resumen de los resultados de calidad visual
Cuadro 3.40	Resumen de los resultados de capacidad de absorción visual
Cuadro 3.41	Puntos de delimitación de Cocán I
Cuadro 3.42	Puntos de delimitación de Cocán II
Cuadro 3.43	Puntos de delimitación de Paraviento 1
Cuadro 3.44	Puntos de delimitación de Paraviento 2
Cuadro 4.1	Resultados del análisis cinemático – Tajo San Pedro Sur
Cuadro 4.2	Resultados del análisis cinemático – Tajo Pampa Verde
Cuadro 4.3	Factores de seguridad de taludes finales - Tajo San Pedro Sur
Cuadro 4.4	Factores de seguridad de taludes finales - Tajo Pampa Verde
Cuadro 4.5	Taludes finales de banco y de interrampas - Tajo San Pedro Sur
Cuadro 4.6	Taludes finales de banco y de interrampas - Tajo Pampa Verde
Cuadro 4.7	Propiedades de los materiales del depósito de desmonte de construcción
Cuadro 4.8	Análisis de estabilidad del talud para la sección de análisis considerada - Resultados más críticos
Cuadro 5.1	Rangos establecidos de ES
Cuadro 5.2	Resumen de impactos (variaciones porcentuales) en los caudales de aguas superficiales
Cuadro 5.3	Resumen de simulaciones predictivas (variaciones porcentuales) en los caudales base
Cuadro 5.4	Criterios de clasificación de impactos sociales
Cuadro 8.1	Valores utilizados en las matrices de conteos múltiples
Cuadro 8.2	Plataforma de lixiviación



***Lista de Cuadros (Cont.)***

---

<b><i>Cuadro</i></b>	<b><i>Título</i></b>
Cuadro 8.3	Depósito de desmonte de mina
Cuadro 8.4	Vía de acceso a Pampa Verde
Cuadro 8.5	Depósito de desmonte Pampa Verde
Cuadro 9.1	Especies adicionales consideradas para revegetación
Cuadro 11.1	Grupos de interés según sector de actividad
Cuadro 11.2	Temas clave según aspecto e interés específico y categoría social
Cuadro 11.3	Resumen de reuniones anteriores al EIA
Cuadro 11.4	Lista resumen de reuniones realizadas con autoridades nacionales y locales
Cuadro 11.5	Resumen de reuniones realizadas

## ***Lista de Tablas***

---

<b><i>Tabla</i></b>	<b><i>Título</i></b>
Tabla 2.1	Derechos mineros
Tabla 2.2	Coordenadas UTM de las concesiones mineras
Tabla 3.1	Precipitación anual acumulada y promedio mensual de la estación meteorológica Sipán (mm)
Tabla 3.2	Clasificación natural de suelos
Tabla 3.3	Unidades de uso mayor de los suelos cartografiados y sus principales características
Tabla 3.4	Clasificación de suelos de acuerdo con su capacidad de uso mayor (CUM)
Tabla 3.5	Ubicación de los puntos de muestreo de calidad de suelo
Tabla 3.6	Estaciones pluviométricas regionales
Tabla 3.7	Estadística de parámetros fisicoquímicos y concentraciones disueltas en aguas superficiales
Tabla 3.8	Estadísticas de concentraciones de metales totales en aguas superficiales
Tabla 3.9	Niveles freáticos de los pozos de monitoreo (metros por debajo de la superficie del terreno)
Tabla 3.10	Estadística de parámetros fisicoquímicos y concentraciones disueltas en aguas subterráneas
Tabla 3.11	Lista de especies de flora de la micro cuenca de la quebrada El Cedro
Tabla 3.12	Lista de especies de flora de la micro cuenca del río Pisit
Tabla 3.13	Ubicación de las estaciones de muestreo de flora y vegetación
Tabla 3.14	Lista de especies botánicas registradas
Tabla 3.15	Cálculo de diversidad de Shannon-Wiener - Bofedal
Tabla 3.16	Cálculo de diversidad de Shannon-Wiener - Bofedal
Tabla 3.17	Cálculo de diversidad de Shannon-Wiener - Bofedal
Tabla 3.18	Cálculo de diversidad de Shannon-Wiener - Bofedal
Tabla 3.19	Cálculo de diversidad de Shannon-Wiener - Bofedal
Tabla 3.20	Cálculo de diversidad de Shannon-Wiener – Césped de arroyo
Tabla 3.21	Cálculo de diversidad de Shannon-Wiener – Césped de arroyo
Tabla 3.22	Cálculo de diversidad de Shannon-Wiener – Pajonal de jalca
Tabla 3.23	Cálculo de diversidad de Shannon-Wiener – Pajonal de jalca
Tabla 3.24	Cálculo de diversidad de Shannon-Wiener – Pajonal de jalca
Tabla 3.25	Cálculo de diversidad de Shannon-Wiener – Pajonal de jalca
Tabla 3.26	Cálculo de diversidad de Shannon-Wiener – Matorral
Tabla 3.27	Cálculo de diversidad de Shannon-Wiener – Matorral

## ***Lista de Tablas (Cont.)***

---

<b><i>Tabla</i></b>	<b><i>Título</i></b>
Tabla 3.28	Cálculo de diversidad de Shannon-Wiener – Matorral
Tabla 3.29	Cálculo de diversidad de Shannon-Wiener – Matorral
Tabla 3.30	Cálculo de diversidad de Shannon-Wiener – Pajonal con arbustos muy dispersos
Tabla 3.31	Cálculo de diversidad de Shannon-Wiener – Bosque de neblina
Tabla 3.32	Cálculo de diversidad de Shannon-Wiener – Bosque de neblina
Tabla 3.33	Cálculo de diversidad de Shannon-Wiener – Bosque de neblina
Tabla 3.34	Cálculo de diversidad de Shannon-Wiener – Bosque de neblina
Tabla 3.35	Cálculo de diversidad de Shannon-Wiener – Bosque talado para pastizales
Tabla 3.36	Especies endémicas de flora
Tabla 3.37	Estatus de conservación de las especies de flora registradas
Tabla 3.38	Registro de fauna y hábitats asociados en el área de la micro cuenca de la quebrada El Cedro
Tabla 3.39	Registro de fauna y hábitats asociados en el área de la micro cuenca del río Pisit
Tabla 3.40	Análisis de sensibilidad, abundancia relativa, prioridad de conservación y de investigación para las micro cuencas de la quebrada El Cedro y del río Pisit
Tabla 3.41	Ubicación de los transectos de evaluación cuantitativa de la avifauna
Tabla 3.42	Número de individuos por especie registrados en la evaluación cuantitativa de aves en las micro cuencas de la quebrada El Cedro y del río Pisit
Tabla 3.43	Índices de diversidad (Alfa) de la avifauna en los transectos evaluados
Tabla 3.44	Análisis de amplitud de nicho para la avifauna evaluada
Tabla 3.45	Especies con estado especial de conservación y endemismo
Tabla 3.46	Estaciones de evaluación de vida acuática
Tabla 3.47	Evaluación biofísica del hábitat
Tabla 3.48	Resultados de evaluación biofísica del hábitat
Tabla 3.49	Factores de evaluación biofísica del hábitat
Tabla 3.50	Escala del análisis biofísico del hábitat
Tabla 3.51	Evaluación visual del hábitat (SVAP)
Tabla 3.52	Resultados de la evaluación visual del hábitat (SVAP)
Tabla 3.53	Escala del SVAP
Tabla 3.54	Especies y morfoespecies de periphyton registradas en La Zanja, 2006
Tabla 3.55	Detalles de registros de peces, estaciones de evaluación
Tabla 3.56	Resumen de registros de peces

## ***Lista de Tablas (Cont.)***

---

<b><i>Tabla</i></b>	<b><i>Título</i></b>
Tabla 3.57	Resumen de abundancia y riqueza de macroinvertebrados bentónicos
Tabla 3.58	Lista de morfoespecies de macroinvertebrados bentónicos registrados
Tabla 3.59	Indicadores de estructura de comunidad por estación de evaluación, macroinvertebrados bentónicos
Tabla 3.60	Indicadores de estructura de comunidad por estación de evaluación, periphyton
Tabla 3.61	Estadísticas básicas, indicadores de estructura de comunidad, macroinvertebrados bentónicos
Tabla 3.62	Estadísticas básicas, indicadores de estructura de comunidad, periphyton
Tabla 3.63	Valores obtenidos para los índices de calidad de aguas
Tabla 3.64	Escala de calidad de agua EPT
Tabla 3.65	Escala de calidad de agua BMWP
Tabla 3.66	Escala de calidad de agua IBF
Tabla 3.67	Motivo de migración temporal según género y localidad, (%) (2007)
Tabla 3.68	Migración por rango de edades según localidad, (%) (2007)
Tabla 3.69	Pobreza por familia según localidad. Necesidades básicas insatisfechas, 2007
Tabla 3.70	Nivel educativo de la población de 15 a 34 años según sexo por localidad, (%) (2007)
Tabla 3.71	Nivel educativo de la población de 35 a 54 años según sexo por localidad, (%) (2007)
Tabla 3.72	Nivel educativo de la población de 55 a más años según sexo por localidad, (%) (2007)
Tabla 3.73	Enfermedades durante los últimos 3 meses, 2007. Caserío La Zanja
Tabla 3.74	Enfermedades durante los últimos 3 meses, 2007. Centro poblado menor de Pisit
Tabla 3.75	Métodos anticonceptivos utilizados por las parejas. Caserío La Zanja
Tabla 3.76	Métodos anticonceptivos utilizados por las parejas. Centro poblado menor de Pisit
Tabla 3.77	Atención del último parto. Caserío La Zanja
Tabla 3.78	Atención del último parto. Centro poblado menor de Pisit
Tabla 3.79	Enfermedades durante los últimos 3 meses en la población de la tercera edad, 2007
Tabla 3.80	Acceso a servicios de salud, (%) (2007). Caserío La Zanja
Tabla 3.81	Acceso a servicios de salud, (%) (2007). Centro poblado menor Pisit
Tabla 3.82	Tipo de alumbrado por localidad, (%) (2007)

## ***Lista de Tablas (Cont.)***

---

<b><i>Tabla</i></b>	<b><i>Título</i></b>
Tabla 3.83	Tipo de servicio higiénico predominante por localidad, 2007
Tabla 3.84	Tipo de combustible usado para cocinar por localidad, 2007
Tabla 3.85	Fuentes de agua para uso doméstico por localidad, 2007
Tabla 3.86	Distribución de la población económicamente activa (PEA) en categoría ocupacionales según localidad, (%) (2007)
Tabla 3.87	Tenencias por rangos de hectáreas según familias por localidad, 2007
Tabla 3.88	Tenencia de vacunos criollos entre las familias de las localidades, (%) (2007)
Tabla 3.89	Productos derivados de la ganadería y la agricultura por localidad, 2007
Tabla 3.90	Conocimientos sobre la existencia del Proyecto La Zanja
Tabla 3.91	Información sobre el proyecto escuchada por los pobladores de La Zanja y Pisit
Tabla 3.92	Cobertura educación - Región Cajamarca
Tabla 3.93	Doce principales motivos de consulta de las mujeres (%) (2005). Distrito Pulán
Tabla 3.94	Doce principales motivos de consulta de los hombres (%) (2005). Distrito Pulán
Tabla 3.95	Doce principales motivos de consulta de los hombres (%) (2005). Distrito Tongod
Tabla 3.96	Doce principales motivos de consulta de las mujeres (%) (2005). Distrito Tongod
Tabla 3.97	Material de las paredes (2005). Provincias de Santa Cruz y San Miguel
Tabla 3.98	Material de las paredes (2005). Distrito de Pulán
Tabla 3.99	Material de las paredes (2005). Distrito de Tongod
Tabla 3.100	Material de techos (2005). Provincias de Santa Cruz y San Miguel
Tabla 3.101	Material de los techos (2005). Distrito de Pulán
Tabla 3.102	Material de los techos (2005). Distrito de Tongod
Tabla 3.103	Material de pisos (2005). Provincias de Santa Cruz y San Miguel
Tabla 3.104	Material de los pisos (2005). Distrito de Pulán
Tabla 3.105	Material de los pisos (2005). Distrito de Tongod
Tabla 3.106	Tipo de abastecimiento de agua (2005). Provincias de Santa Cruz y San Miguel
Tabla 3.107	Tipo de abastecimiento de agua (2005). Distrito de Pulán
Tabla 3.108	Tipo de abastecimiento de agua (2005). Distrito de Tongod
Tabla 3.109	Tipo de conexión al servicio higiénico (2005). Provincias de Santa Cruz y San Miguel
Tabla 3.110	Tipo de conexión al servicio higiénico (2005). Distrito de Pulán

## ***Lista de Tablas (Cont.)***

---

<b><i>Tabla</i></b>	<b><i>Título</i></b>
Tabla 3.111	Tipo de conexión al servicio higiénico (2005). Distrito de Tongod
Tabla 3.112	Tipo de alumbrado (2005). Provincias de Santa Cruz y San Miguel
Tabla 3.113	Tipo de alumbrado (2005). Distrito de Pulán
Tabla 3.114	Tipo de alumbrado (2005). Distrito de Tongod
Tabla 3.115	Producto bruto interno, 2005 (millones de nuevos soles - precios corrientes al 2005)
Tabla 3.116	Recursos gobiernos distritales (2003-2006-2007)
Tabla 3.117	Criterios de evaluación y puntuación según el método indirecto de valoración de paisaje aplicado por USDA
Tabla 3.118	Criterios empleados en el análisis de capacidad de absorción visual
Tabla 3.119	Ubicación de las unidades de evaluación arqueológica 2004
Tabla 4.1	Plan general de minado del proyecto. Plan trimestral depósitos San Pedro Sur y Pampa Verde
Tabla 4.2	Plan de carguío de la plataforma de lixiviación y producción de oro (Trimestral)
Tabla 4.3	Plan de carguío de la plataforma de lixiviación y producción de oro (Mensual)
Tabla 4.4	Lista de reactivos y consumo mensual estimado
Tabla 4.5	Especificaciones del personal
Tabla 4.6	Consumo total estimado de agua fresca
Tabla 4.7	Requerimiento de agua industrial para la planta
Tabla 4.8	Consumo estimado de combustible por equipo a ser utilizado durante la etapa de operación
Tabla 5.1	Identificación de impactos por componente ambiental - Etapa de construcción
Tabla 5.2	Identificación de impactos por componente ambiental - Etapa de operación
Tabla 5.3	Identificación de impactos por componente ambiental - Etapa de cierre y post-cierre
Tabla 5.4	Matriz de impactos ambientales (RIAM) - Etapa de construcción
Tabla 5.5	Matriz de impactos ambientales (RIAM) - Etapa de operación
Tabla 5.6	Matriz de impactos ambientales (RIAM) - Etapas de cierre y post-cierre
Tabla 5.7	Resultados del modelamiento de dispersión de material particulado PM <sub>10</sub>
Tabla 5.8	Impactos ambientales sobre las aguas superficiales y subterráneas
Tabla 5.9	Tipo de vegetación afectada por el emplazamiento de infraestructura
Tabla 5.10	Resumen de la evaluación de impactos socioeconómicos

## ***Lista de Tablas (Cont.)***

---

<b><i>Tabla</i></b>	<b><i>Título</i></b>
Tabla 6.1	Resumen de medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales residuales
Tabla 6.2	Componentes del plan de manejo de aguas y control de sedimentos
Tabla 6.3	Especies de flora nativa recomendadas para el plan de revegetación
Tabla 6.4	Resumen de medidas de prevención y mitigación de impactos socioeconómicos
Tabla 6.5	Estaciones propuestas para el monitoreo ambiental
Tabla 8.1	Matriz de conteo múltiple del análisis de alternativas para la ubicación la plataforma de lixiviación
Tabla 8.2	Matriz de conteo múltiple del análisis de alternativas para la ubicación del depósito de desmonte de San Pedro Sur
Tabla 8.3	Matriz de conteo múltiple del análisis de alternativas para la vía de acceso a Pampa Verde
Tabla 8.4	Matriz de conteo múltiple del análisis de alternativas para la ubicación del depósito de desmonte Pampa Verde

## ***Lista de Gráficos***

---

<b>Gráfico</b>	<b>Título</b>
Gráfico 3.1	Valores promedio de temperatura del aire a lo largo del año
Gráfico 3.2	Relación de la sensación térmica con la temperatura y velocidad del viento
Gráfico 3.3	Precipitación y evapotranspiración mensual
Gráfico 3.4	Comparación del promedio mensual del nivel de precipitaciones entre meses Niño y meses normales. Estación Sipán (1979-1988, 1995, 1998-2000 y 2002-2004)
Gráfico 3.5	Relación entre la humedad relativa y la precipitación
Gráfico 3.6	Relación entre evapotranspiración, radiación solar, velocidad del viento y humedad relativa
Gráfico 3.7	Radiación solar
Gráfico 3.8	Promedios mensuales de velocidad del viento
Gráfico 3.9	Rosa de vientos
Gráfico 3.10	Resultados del muestreo de calidad de aire PM <sub>10</sub>
Gráfico 3.11	Resultados del muestreo de calidad de aire PTS
Gráfico 3.12	Resultados del muestreo de calidad de aire Monóxido de Carbono (CO)
Gráfico 3.13	Resultados del muestreo de calidad de aire Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )
Gráfico 3.14	Resultados del muestreo de calidad de aire Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )
Gráfico 3.15	Porcentaje de muestras de suelos que superan los valores referenciales de metales pesados
Gráfico 3.16	Porcentaje de muestras de suelos que superan los valores considerados normales en metales pesados
Gráfico 3.17	Porcentaje de muestras de suelos que superan los límites de metales pesados, considerados tóxicos para las plantas
Gráfico 3.18	Precipitaciones mensuales en estaciones cercanas al proyecto
Gráfico 3.19	Determinación de la longitud de los transectos de evaluación de flora - curva especie - área (BZ14)
Gráfico 3.20	Determinación de la longitud de los transectos de evaluación de flora - curva especie - área (BZ15)
Gráfico 3.21	Determinación de la longitud de los transectos de evaluación de flora - curva especie - área (BZ16)
Gráfico 3.22	Determinación de la longitud de los transectos de evaluación de flora - curva especie - área (BZ20)
Gráfico 3.23	Determinación de la longitud de los transectos de evaluación de flora - curva especie - área (BZ3)



## ***Lista de Gráficos (Cont.)***

---

<b>Gráfico</b>	<b>Título</b>
Gráfico 3.24	Determinación de la longitud de los transectos de evaluación de flora - curva especie - área (BZ13)
Gráfico 3.25	Determinación de la Longitud de los transectos de evaluación de flora - curva especie - área (BZ21)
Gráfico 3.26	Determinación de la longitud de los transectos de evaluación de flora - curva especie - área (BZ1)
Gráfico 3.27	Determinación de la longitud de los transectos de evaluación de flora - curva especie - área (BZ2)
Gráfico 3.28	Determinación de la longitud de los transectos de evaluación de flora - curva especie - área (BZ4)
Gráfico 3.29	Determinación de la longitud de los transectos de evaluación de flora - curva especie - área (BZ18)
Gráfico 3.30	Determinación de la extensión de las parcelas de evaluación de flora - curva especie - área (BZ6)
Gráfico 3.31	Determinación de la extensión de las parcelas de evaluación de flora - curva especie - área (BZ7)
Gráfico 3.32	Determinación de la extensión de las parcelas de evaluación de flora - curva especie - área (BZ8)
Gráfico 3.33	Determinación de la extensión de las parcelas de evaluación de flora - curva especie - área (BZ17)
Gráfico 3.34	Determinación de la extensión de las parcelas de evaluación de flora - curva especie - área (BZ5)
Gráfico 3.35	Determinación de la extensión de las parcelas de evaluación de flora - curva especie - área (BZ19)
Gráfico 3.36	Determinación de la extensión de las parcelas de evaluación de flora - curva especie - área (BZ9)
Gráfico 3.37	Determinación de la extensión de las parcelas de evaluación de flora - curva especie - área (BZ10)
Gráfico 3.38	Determinación de la extensión de las parcelas de evaluación de flora - curva especie - área (BZ11)
Gráfico 3.39	Determinación de la extensión de las parcelas de evaluación de flora - curva especie - área (BZ12)

## ***Lista de Gráficos (Cont.)***

---

<b>Gráfico</b>	<b>Título</b>
Gráfico 3.40	Sensibilidad, prioridad de conservación e investigación de la avifauna
Gráfico 3.41	Variabilidad espacial de diversidad de Shannon, Periphyton y macroinvertebrados bentónicos
Gráfico 3.42	Variabilidad espacial de riqueza específica para Periphyton y macroinvertebrados bentónicos
Gráfico 3.43	Variabilidad espacial de equidad de Pielou para Periphyton y macroinvertebrados bentónicos
Gráfico 3.44	Dendrograma de similaridad entre las estaciones de evaluación macroinvertebrados bentónicos
Gráfico 3.45	Dendrograma de similaridad entre las estaciones de evaluación Periphyton
Gráfico 3.46	Valores observados de análisis biofísico del hábitat
Gráfico 3.47	Diversidad observada de macroinvertebrados bentónicos en estaciones comunes de evaluación (2003 y 2006)
Gráfico 3.48	Valores observados de abundancia de macroinvertebrados bentónicos en estaciones comunes de evaluación (2003-2006)
Gráfico 3.49	Valores observados de riqueza de macroinvertebrados bentónicos en estaciones comunes de evaluación (2003-2006)
Gráfico 3.50	Número de peces registrados en las estaciones de evaluación (2003-2006)
Gráfico 3.51	AID – Proyecto La Zanja, distribución de edades de la población de la localidad de La Zanja, 2007
Gráfico 3.52	AID – Proyecto La Zanja, distribución de edades de la población de la localidad de Pisit, 2007
Gráfico 4.1	Elementos del perímetro de la plataforma de lixiviación
Gráfico 4.2	Sistema de revestimiento
Gráfico 4.3	Balance de masas del proceso
Gráfico 5.1	Suelos afectados por el proyecto según su capacidad de uso mayor (El 100 % representa solamente las áreas a perturbar)
Gráfico 5.2	Formaciones vegetales afectadas por el proyecto (El 100 % representa solamente las áreas a perturbar)

## ***Lista de Figuras***

---

<b><i>Figura</i></b>	<b><i>Título</i></b>
Figura 2.1	Derechos mineros en el área del Proyecto La Zanja
Figura 3.1	Accesos al área del proyecto
Figura 3.2	Ubicación del proyecto
Figura 3.3	Ubicación de los puntos de monitoreo de calidad de aire
Figura 3.4	Ubicación de los puntos de monitoreo de ruido y vibración
Figura 3.5	Mapa de geología regional
Figura 3.6	Mapa geológico y de alteraciones en las áreas San Pedro Sur y Pampa Verde
Figura 3.7	Mapa de riesgo sísmico
Figura 3.8	Mapa de suelos - sistema Soil Taxonomy
Figura 3.9	Mapa de capacidad de uso mayor de los suelos
Figura 3.10	Mapa de uso actual de los suelos
Figura 3.11	Ubicación de puntos de muestreo de calidad de suelo
Figura 3.12	Cursos de aguas superficiales en el área del Proyecto La Zanja
Figura 3.13	Esquema de la circulación del agua
Figura 3.14	Ubicación de los puntos de monitoreo de calidad de agua subterráneas y curvas de nivel freático
Figura 3.15	Ubicación de los puntos de monitoreo de calidad de agua superficial y caudales
Figura 3.16	Zonas de vida
Figura 3.17	Ubicación de los puntos de evaluación de flora y vegetación en las micro cuencas El Cedro y Pisit
Figura 3.18	Formaciones vegetales y puntos de evaluación de flora en el área del proyecto
Figura 3.19	Ubicación de las líneas de trampa para fauna en las micro cuencas El Cedro y Pisit
Figura 3.20	Ubicación de las redes de niebla y trampas de caída para fauna en las micro cuencas El Cedro y Pisit
Figura 3.21	Ubicación de las áreas de impacto y control para aves
Figura 3.22	Ubicación de los puntos de monitoreo de vida acuática – Evaluación 2004
Figura 3.23	Ubicación de los puntos de monitoreo de vida acuática – Evaluación 2006
Figura 3.24	Área de influencia directa para el componente socioeconómico
Figura 3.25	Área de influencia indirecta para el componente socioeconómico
Figura 3.26	Área de influencia directa población total
Figura 3.27	Servicios de salud y prácticas comunales
Figura 3.28	Servicios de agua y saneamiento

## ***Lista de Figuras (Cont.)***

---

<b><i>Figura</i></b>	<b><i>Título</i></b>
Figura 3.29	Servicio de energía y comunicaciones
Figura 3.30	Uso de pesticidas-insecticidas-fungicidas
Figura 3.31	Ubicación de puntos de observación y zonificación del paisaje
Figura 3.32	Ortofoto y vista tridimensional del paisaje en el área del proyecto
Figura 4.1	Arreglo general de las instalaciones
Figura 4.2	Configuración final del depósito de desmonte San Pedro Sur, plataforma de lixiviación, área de acumulación de suelo orgánico, depósito de desmonte de construcción, pozas de operación y otras instalaciones
Figura 4.3	Configuración final del depósito de desmonte de mina Pampa Verde y área de acumulación de suelo orgánico
Figura 4.4	Ubicación de las canteras
Figura 4.5	Perfil del sistema de drenaje de solución
Figura 4.6	Diseño de las alcantarillas para descarga de las cunetas y para el pase de accesos
Figura 4.7	Diseño de las cunetas con revestimiento
Figura 4.8	Configuración de las instalaciones auxiliares
Figura 4.9	Polvorín de dinamita
Figura 4.10	Depósito de nitrato de amonio
Figura 4.11	Diagrama de flujo del procesamiento del mineral
Figura 4.12	Diagrama de flujo del proceso metalúrgico
Figura 4.13	Línea de abastecimiento de agua del río Pisit
Figura 4.14	Diagrama del balance de aguas año promedio
Figura 4.15	Diagrama del balance de aguas año seco periodo de retorno de 10 años
Figura 5.1	Área de influencia de relieve, suelo, vegetación y paisaje
Figura 5.2	Área de influencia de calidad de aire
Figura 5.3	Área de influencia de fauna terrestre y ruido
Figura 5.4	Áreas de influencia de aguas superficiales, aguas subterráneas y vida acuática
Figura 5.5	Puntos de evaluación de impactos del proyecto sobre los caudales
Figura 5.6	Áreas de vegetación afectada
Figura 6.1	Manejo de aguas y sedimentos – Instalaciones mineras
Figura 6.2	Ubicación de los puntos de monitoreo de meteorología, aire y ruido

## ***Lista de Figuras (Cont.)***

---

<b><i>Figura</i></b>	<b><i>Título</i></b>
Figura 6.3	Ubicación de los puntos de monitoreo de agua superficial, agua subterránea y efluentes
Figura 6.4	Ubicación de los puntos de monitoreo de flora y vegetación, fauna terrestre y fauna acuática
Figura 6.5	Contenedores y código de colores para la segregación de residuos sólidos
Figura 8.1	Alternativas para la plataforma de lixiviación
Figura 8.2	Alternativas para el depósito de desmonte de mina San Pedro Sur
Figura 8.3	Alternativas del camino de acarreo a Pampa Verde
Figura 8.4	Alternativas del depósito de desmonte de mina Pampa Verde
Figura 9.1	Planta y cortes de los tajos finales San Pedro Sur y Pampa Verde

## ***Lista de Fotografías***

---

<b><i>Fotografía</i></b>	<b><i>Título</i></b>
Fotografía 3.1	Campamento La Zanja
Fotografía 3.2	Caserío La Zanja
Fotografía 3.3	Centro poblado menor de Pisit
Fotografía 3.4	Calicata 1M. Referencia de ubicación: El Bosque, abajo de vivero El Bosque, Pastizal en residual
Fotografía 3.5	Paisaje 1M. Coordenadas: 9 246 694 N 730 966 E
Fotografía 3.6	Calicata 2M. Referencia de ubicación: El Bosque, abajo de vivero El Bosque, Pastizal en coluvio aluvial
Fotografía 3.7	Paisaje 2M. Coordenadas: 9 246 843 N 730 857 E
Fotografía 3.8	Calicata LZ 4. Referencia de ubicación: El Bosque, cerca a vivero. Bosque húmedo
Fotografía 3.9	Paisaje LZ 4. Coordenadas: 9 246 326 N 730 823 E
Fotografía 3.10	Calicata LZ 5. Referencia de ubicación: El Bosque, arriba de Vivero, base de mina Pampa Verde
Fotografía 3.11	Paisaje LZ 5. Coordenadas: 9 246 180 N 731 028 E
Fotografía 3.12	Calicata LZ 6. Referencia de ubicación: Mina Pampa Verde
Fotografía 3.13	Paisaje LZ 6. Coordenadas: 9 245 918 N 730 764 E
Fotografía 3.14	Calicata LZ 7. Referencia de ubicación: Mina Pampa Verde, cerca a la cima
Fotografía 3.15	Paisaje LZ 7. Coordenadas: 9 245 800 N 730 580 E
Fotografía 3.16	Calicata LZ 8. Referencia de ubicación: La Zanja, hacia el campamento. Zona de pajonal
Fotografía 3.17	Paisaje LZ 8. Coordenadas: 9 243 508 N 729 934 E
Fotografía 3.18	Calicata LZ 10. Referencia de ubicación: Botadero del túnel La Esperanza
Fotografía 3.19	Paisaje LZ 10. Coordenadas: 9 245 913 N 730 868 E
Fotografía 3.20	Calicata LZ 12. Referencia de ubicación: Botadero Pampa Verde, Pastizal
Fotografía 3.21	Paisaje LZ 12. Coordenadas: 9 245 233 N 730 351 E
Fotografía 3.22	Calicata LZ 14. Referencia de ubicación: Los Laureles, micro cuenca de la quebrada El Cedro
Fotografía 3.23	Paisaje LZ 14. Coordenadas: 9 246 369 N 729 913 E
Fotografía 3.24	Calicata LZ 13. Referencia de ubicación: Túnel Mariela San Pedro Sur
Fotografía 3.25	Paisaje LZ 13. Coordenadas: 9 245 053 N 731 914E
Fotografía 3.26	Calicata LZ 15. Referencia de ubicación: Tajo San Pedro Sur
Fotografía 3.27	Paisaje LZ 15. Coordenadas: 9 244 990 N 732 008 E
Fotografía 3.28	Calicata LZ 16. Referencia de ubicación: Tajo San Pedro Sur

## ***Lista de Fotografías (Cont.)***

---

<b><i>Fotografía</i></b>	<b><i>Título</i></b>
Fotografía 3.29	Paisaje LZ 16. Coordenadas: 9 245 044 N 732 118 E
Fotografía 3.30	Calicata LZ 17. Referencia de ubicación: Bofedal San Pedro Sur
Fotografía 3.31	Paisaje LZ 17. Coordenadas: 9 243 850 N 732 371 E
Fotografía 3.32	Calicata LZ 18. Referencia de ubicación: Bofedal superficial San Pedro Sur
Fotografía 3.33	Paisaje LZ 18. Coordenadas: 9 243 948 N 732 175 E
Fotografía 3.34	Calicata LZ 21. Referencia de ubicación: Depósito de desmonte San Pedro, parte alta
Fotografía 3.35	Paisaje LZ 21. Coordenadas: 9 244 322 N 732 632 E
Fotografía 3.36	Calicata LZ 24. Referencia de ubicación: Embalse Bramadero, final
Fotografía 3.37	Paisaje LZ 24. Coordenadas: 9 245 554 N 733 370 E
Fotografía 3.38	Calicata LZ 25. Referencia de ubicación: Pampa Bramadero – Campamento
Fotografía 3.39	Paisaje LZ 25. Coordenadas: 9 244 308 N 732 954E
Fotografía 3.40	Calicata LZ 26. Referencia de ubicación: Ladera suave antes de La Laguna, pasando Pisit a Tongod
Fotografía 3.41	Paisaje LZ 26. Coordenadas: 9248716 N 736525 E
Fotografía 3.42	Calicata LZ 28. Referencia de ubicación: Pasando Pisit, laderas de la margen derecha
Fotografía 3.43	Paisaje LZ 28. Coordenadas: 9 246 652 N 736 231 E
Fotografía 3.44	Calicata LZ 29. Referencia de ubicación: Aluvial del río Pisit, cerca del pueblo, Pisigranja
Fotografía 3.45	Paisaje LZ 29. Coordenadas: 9 245 880 N 736 086 E
Fotografía 3.46	Calicata LZ 30. Referencia de ubicación: Carretera Pisit - Campamento. Pasando vuelta grande
Fotografía 3.47	Paisaje LZ 30. Coordenadas: 9 245 816 N 735 456 E
Fotografía 3.48	Calicata LZ 31. Referencia de ubicación: Carretera Pisit - Campamento. Los Saucos
Fotografía 3.49	Paisaje LZ 31. Coordenadas: 9 246 024 N 735 131 E
Fotografía 3.50	Calicata LZ 32. Referencia de ubicación: Carretera Pisit - campamento. Pasando Los Saucos, cruce de tubería de agua
Fotografía 3.51	Paisaje LZ 32. Coordenadas: 9 246 172 N 734 821 E
Fotografía 3.52	Calicata LZ 33. Referencia de ubicación: Carretera Pisit - campamento. Ultima vuelta
Fotografía 3.53	Paisaje LZ 33. Coordenadas: 9 346 068 N 734 702 E

## ***Lista de Fotografías (Cont.)***

---

<b><i>Fotografía</i></b>	<b><i>Título</i></b>
Fotografía 3.54	Calicata LZ 34. Referencia de ubicación: Carretera Pisit - Campamento. La Viuda
Fotografía 3.55	Paisaje LZ 34. Coordenadas: 9 245 720 N 734 658 E
Fotografía 3.56	Calicata LZ 35. Referencia de ubicación: Carretera a Alcaparrosa. Parte alta de presa Bramadero
Fotografía 3.57	Paisaje LZ 35. Coordenadas: 9 245 594 N 734 170 E
Fotografía 3.58	Bosque húmedo montano bajo tropical en la micro cuenca de la quebrada El Cedro
Fotografía 3.59	Bosque muy húmedo montano tropical en la micro cuenca de la quebrada El Cedro
Fotografía 3.60	Bofedal en la Pampa Del Bramadero
Fotografía 3.61	Bofedal - <i>Hipochaeris taraxacoides</i> (Asteraceae)
Fotografía 3.62	Bofedal - <i>Lachemilla orbiculata</i> (Rosaceae) – Chilifruta
Fotografía 3.63	Césped de arroyo en la quebrada La Cuchilla
Fotografía 3.64	Césped de <i>Paspalum tuberosum</i> (Poaceae) – Nudillo
Fotografía 3.65	Pajonal de jalca en la quebrada del río Pisit
Fotografía 3.66	Pajonal de jalca - <i>Calamagrostis tarmensis</i> (Poaceae)
Fotografía 3.67	Pajonal de jalca – <i>Calamagrostis macrophylla</i> (Poaceae)
Fotografía 3.68	Matorral en la quebrada De La Playa
Fotografía 3.69	Matorral – <i>Gynoxys tomentosissima</i> (Asteraceae) - Palo Blanco
Fotografía 3.70	Matorral - <i>Miconia aspergilaris</i> (Melastomataceae)
Fotografía 3.71	Bosque de neblina en el cerro San Pedro Sur
Fotografía 3.72	Bosque de neblina
Fotografía 3.73	Bosque de neblina - <i>Bomarea phyllostachya</i> (Liliaceae) – Bomarea
Fotografía 3.74	Bosque de neblina – <i>Escallonia myrtilloides</i> (Grossulariaceae) – Chachacoma
Fotografía 3.75	Vegetación de roquedal en la quebrada Cocán
Fotografía 3.76	Roquedal – <i>Lycopodium clavatum</i> (Lycopodiaceae)
Fotografía 3.77	Roquedal – <i>Puya sp.</i> (Bromeliaceae) – Sugar
Fotografía 3.78	<i>Asthenes humilis</i> “canastero dorso manchado” capturado en la parte alta de la quebrada Bancuyoc
Fotografía 3.79	Madriguera de <i>Cavia tschudii</i> “quitacy” ubicada en el hábitat pajonal de jalca de la quebrada Garay
Fotografía 3.80	Nidos de <i>Colaptes rupicola</i> “cotorrera” ubicados en la parte alta del río Pisit



## ***Lista de Fotografías (Cont.)***

---

<b><i>Fotografía</i></b>	<b><i>Título</i></b>
Fotografía 3.81	<i>Diglossopsis cyanea</i> “mielero de antifaz” ave observada en varios lugares del bosque de neblina de la quebrada El Cedro
Fotografía 3.82	<i>Diglossa brunneiventris</i> “mielero” ave observada en varios lugares del bosque de neblina de la quebrada El Cedro
Fotografía 3.83	<i>Chalcostigma ruficeps</i> “quende” ave capturada en el bosque de neblina del cerro Pampa Verde
Fotografía 3.84	<i>Pterophanes cyanopterus</i> “quende grande” ave capturada en el bosque de neblina de la quebrada Bancuyoc
Fotografía 3.85	<i>Automolus ruficollis</i> ave capturada en el bosque de neblina de la quebrada Alcaparrosa
Fotografía 3.86	<i>Anisognathus lacrymosus</i> ave capturada en el bosque de neblina de la quebrada Alcaparrosa
Fotografía 3.87	<i>Notiochelidon murina</i> “guayana”, ave observada en el bosque de neblina de la quebrada El Cedro
Fotografía 3.88	Cría de <i>Otus koepckeae</i> “autillo de Koepcke” observada en la parte media de la ladera del cerro San Pedro Norte
Fotografía 3.89	Vista ventral del “murciélago orejón andino” <i>Histiotus montanus</i> capturado en el bosque neblina de la quebrada Alcaparrosa
Fotografía 3.90	Vista dorsal del “murciélago orejón andino”
Fotografía 3.91	Vista ventral del “murciélago de charreteras amarillas” <i>Sturnira lilium</i> capturado en el bosque de neblina de la quebrada Alcaparrosa
Fotografía 3.92	Vista dorsal del “murciélago de charreteras amarillas”
Fotografía 3.93	<i>Phrynopus</i> sp “rana” hallada en la ladera media del cerro San Pedro Norte
Fotografía 3.94	<i>Eleutherodactylus</i> sp “rana” hallada en la ladera media del cerro San Pedro Norte
Fotografía 3.95	<i>Proctoporus ventrimaculatus</i> “lagartija” encontrada en el hábitat pajonal de jalca de la quebrada Alcaparrosa
Fotografía 3.96	Madriguera del “conejo de campo” <i>Sylvilagus brasiliensis</i> , ubicada aguas arriba del pueblo de Pisit en la vegetación de Abrigo Rocosó
Fotografía 3.97	Guarida del “zorrillo” <i>Conepatus semistriatus</i> ubicada en la quebrada Garay en la vegetación de Abrigo Rocosó
Fotografía 3.98	Ejemplar adulto de trucha Arco Iris, colectada en la estación de evaluación hidrobiológica 15

## ***Lista de Fotografías (Cont.)***

---

***Fotografía      Título***

- Fotografía 3.99 Ejemplar juvenil de trucha Arco Iris, colectada en la estación de evaluación hidrobiológica 2
- Fotografía 3.100 Estación de evaluación hidrobiológica 8, quebrada Cocán
- Fotografía 3.101 Estación de evaluación hidrobiológica 9, constituida por cursos semilénticos asociados a bofedales, pampa Del Bramadero
- Fotografía 3.102 Estación de evaluación hidrobiológica 1, quebrada las Vizcachas, cerca de la confluencia con la quebrada La Playa
- Fotografía 3.103 Estación de evaluación hidrobiológica 2, quebrada La Playa, cerca de la formación de El Cedro
- Fotografía 3.104 Estación de evaluación hidrobiológica 3, quebrada El Cedro aguas abajo de la quebrada La Cárcel
- Fotografía 3.105 Estación de evaluación hidrobiológica 16, río Pisit, aguas arriba del pueblo del mismo nombre
- Fotografía 3.106 Estación de evaluación hidrobiológica 17, río Pisit aguas abajo del pueblo del mismo nombre
- Fotografía 3.107 Estación de evaluación hidrobiológica 24, quebrada El Cedro cerca de su formación (confluencia de Vizcachas y La Playa)
- Fotografía 6.1 Labores culturales para producción de plantones forestales
- Fotografía 6.2 Labores culturales para producción de plantones forestales
- Fotografía 6.3 Platabanda con plantones a raíz desnuda
- Fotografía 6.4 Plantones de *Pinus patula* del año 1996
- Fotografía 6.5 Plantación demostrativa para capacitar a pobladores locales
- Fotografía 6.6 Vivero forestal Pampa Verde

## ***Lista de Anexos***

---

<b>Anexo</b>	<b>Título</b>
Anexo A	Permisos
Anexo B	Marco legal
	B-1 Marco legal aplicable al proyecto
	B-2 Área de conservación Municipal Pulán
Anexo C	Línea base - B y F Consultores
Anexo D	Calidad de aire
Anexo E	Ruido y vibraciones
Anexo F	Sismicidad y riesgo sísmico
Anexo G	Suelos
	G-1 Estudio de suelos
	G-2 Niveles de fondo y referencia de metales
Anexo H	Recursos hídricos
	H-1 Estudio complementario - Uso actual del recurso hídrico en la subcuenca del río Cañad - B y F Consultores Ambientales S.R.L.
	H-2 Estudio de inventario de recursos hídricos en la zona alta de las microcuencas de los ríos Pisit y Cedro - PRONAMACHCS
	H-3 Estudios hidrológicos, hidrogeológicos y geoquímicos en complemento al EIA - Water Management Consultants (Perú) S.A.
Anexo I	Potencial de generación de DAR
	I-1 Evaluación de caracterización de desechos y costos preliminares de cierre
	I-2 Caracterización geoambiental de los botaderos y tajos del Proyecto La Zanja
	I-3 Estudio de caracterización de las rocas de las paredes de los tajos y del desmonte
Anexo J	Flora y vegetación
	J-1 Metodología de evaluación de la flora
	J-2 Análisis de flora y vegetación
Anexo K	Estudio y plan de manejo del bosque natural de Pampa Verde y San Pedro Sur
Anexo L	Fauna silvestre
	L-1 Metodología de evaluación de la fauna terrestre
	L-2 Análisis cuantitativo de la avifauna

## ***Lista de Anexos (Cont.)***

---

<b>Anexo</b>	<b>Título</b>
Anexo M	Vida acuática
	M-1 Estudio de vida acuática 2003
	M-2 Estudio de vida acuática 2006
Anexo N	Ambiente socioeconómico
Anexo Ñ	Paisaje
	Ñ-1 Evaluación del paisaje
	Ñ-2 Metodología para la determinación de las áreas de influencia directa e indirecta del paisaje
Anexo O	Arqueología
	O-1 Estudio arqueológico 2001
	O-2 Estudio arqueológico 2004
Anexo P	Estabilidad de taludes de los tajos del Proyecto La Zanja
Anexo Q	Estudio de factibilidad de San Pedro Sur
Anexo R	Estudio de prefactibilidad del depósito de desmonte Pampa Verde
Anexo S	Sistema de tratamiento de agua potable
Anexo T	Estudio de ingeniería para la planta de tratamiento de drenajes ácidos
Anexo U	Expediente técnico sistema de relleno de seguridad y sanitario
Anexo V	Plantas de tratamiento de aguas residuales
Anexo W	Estudio de factibilidad de canteras
Anexo X	Listado de equipos en la etapa de operación
Anexo Y	Metodología RIAM de evaluación de impactos
Anexo Z	Modelamiento dispersión de material en el aire
Anexo AA	Modelamiento de ruido y vibración
Anexo AB	Plan de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente (SSMA)
Anexo AC	Plan de respuesta a emergencias ante incendios, movimientos sísmicos, colapso de PAD's, desastres naturales y otros
Anexo AD	Plan de respuesta a contingencias para el manejo del cianuro y otras sustancias tóxicas y/o peligrosas
Anexo AE	Alternativas relleno seguridad – sanitario

## ***Lista de Siglas y Abreviaciones***

---

ABA	Conteo Ácido Base (Acid Base Accounting)
AID	Área de Influencia Directa
AII	Área de Influencia Indirecta
ANPE	Área natural protegida por el Estado
APAFA	Asociación de padres de familia
ASPADERUC	Asociación para el Desarrollo Rural de Cajamarca
ASTM	Sociedad Americana de Ensayos de Materiales (American Society for Testing Materials)
bh-MBT	Bosque húmedo - Montano Bajo Tropical
bmh-MT	Bosque muy húmedo - Montano Tropical
BISA	Buenaventura Ingenieros S.A.
BLM	Oficina de Administración de Tierras (Bureau of Land Management)
BMWP	Biological Monitoring Working Party
B y F	B y F Consultores Ambientales S.R.L.
CA	Proporción de Chironomidae y Anellida
CAV	Capacidad de absorción visual
CE	Conductividad eléctrica
CIRA	Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos
CITES	Convención Internacional de Comercio de Especies Amenazadas de Flora y Fauna (Convention on the International Trade in Endangered Species of Fauna and Flora)
CO	Monóxido de carbono
CONEHUA	Consorcio Energético de Huancavelica
CPT	Tuberías perforadas corrugadas de polietileno
CUM	Capacidad de Uso Mayor
DAP	Diámetro a la altura del pecho
DAR	Drenaje ácido de roca
dB	Decibeles
dB(A)	Decibeles con ponderación A
D.S.	Decreto Supremo
DGAAM	Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros
DGM	Dirección General de Minería
DNI	Documento de identidad
DPL	Penetración dinámica ligera
DREM	Dirección Regional de Minería

## ***Lista de Siglas y Abreviaciones (Cont.)***

---

EBA	Áreas de endemismo para aves
ECA	Estándar de Calidad Ambiental
EIA	Estudio de Impacto Ambiental
EN	En peligro
ENSO	Oscilación del Sur El Niño (El Niño South Oscillation)
EPT	Proporción de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera
EPS-RS	Empresa Prestadora de Servicios – Residuos Sólidos
EsSalud	Seguro Social de Salud del Perú
FBI	Índice Biótico de Familias (Family Biotic Index)
FONCODES	Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social
H	Índice de Shannon - Wiener
HDPE	Polietileno de alta densidad
HiVol	Equipos de alto volumen
HMS	Sistema de Modelamiento Hidrológico (Hydrological Model System)
ICP	Espectrometría de plasma inductivamente acoplado (Inductively Coupled Plasma)
IDH	Índice de desarrollo humano
INC	Instituto Nacional de Cultura
INDECOPI	Instituto Nacional de Defensa del Consumidor y la Propiedad Intelectual
INGEMMET	Instituto Minero, Geológico y Metalúrgico
INRENA	Instituto Nacional de Recursos Naturales
ISO	Organización Internacional para la Estandarización (International Standards Organization)
LGA	Ley General de Aguas
LLDPE	Polietileno de baja densidad lineal
LCRS	Sistema de colección y recuperación de solución
MINEDU	Ministerio de Educación
MINEM	Ministerio de Energía y Minas
MINSA	Ministerio de Salud
MM	Escala Mercalli Modificada
m.s.n.m	Metros sobre el nivel del mar
MYPES	Micro y pequeña empresas
NAG	Pruebas de acidez neta

## ***Lista de Siglas y Abreviaciones (Cont.)***

---

NBI	Necesidades básicas insatisfechas
NMP	Número más probable
NO	Noroeste
NO <sub>2</sub>	Dióxido de nitrógeno
NT	Casi amenazada
ONERN	Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales
OMS	Organización Mundial de la Salud
OSINERGMIN	Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería
PA	Potencial de acidez
PDRC	Plan de Desarrollo Regional Cajamarca
PDSC	Plan de Desarrollo Santa Cruz
PEA	Población económicamente activa
PEDPSM	Plan estratégico de desarrollo provincial San Miguel
PET	Población en edad de trabajar
PETT	Programa Especial de Titulación de Tierras
PGA	Material con potencial de generar acidez
PLC	Líneas de comunicación de poder
PM <sub>10</sub>	Material particulado menor a 10 micras
PNN	Potencial Neto de Neutralización
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PSE	Pequeño Sistema Eléctrico
PRC	Plan de Relaciones Comunitarias
PRONAMACHCS	Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos
PVC	Plan Vial Cajamarca
RENIEC	Registro Nacional de Identificación y Estado Civil
RIAM	Evaluación Rápida del Impacto Ambiental (Rapid Impact Assessment Matrix)
R.M.	Resolución Ministerial
RUC	Registro Único del Contribuyente
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
SENASA	Servicio Nacional de Sanidad Agraria
SIGOD	Sistema de Información para Gobiernos Descentralizados

***Lista de Siglas y Abreviaciones (Cont.)***\_\_\_\_\_

SO <sub>2</sub>	Dióxido de azufre
SPT	Ensayos de penetración estándar
STD	Sólidos totales disueltos
STS	Sólidos totales en suspensión
SVAP	Protocolo visual de análisis del hábitat acuático (Stream Visual Assessment Protocol)
TBI	Índice Biótico de Trent (Trent Biotic Index)
TFNR	Trabajadores familiares no remunerados
TM	Toneladas métricas
UGI	Unión Geográfica Internacional
UICN	Unión Mundial para la Naturaleza
USEPA	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (Environmental Protection Agency of United States of America)
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (United States Department of Agriculture)
UTM	Universal Transversal de Mercator (Universal Transversal Mercator)
VFPE	Polietileno de alta flexibilidad
VHF	Frecuencia muy alta (Very high frequency)
VU	Vulnerable



**Minera La Zanja S.R.L.  
Proyecto La Zanja  
Estudio de Impacto Ambiental**

**Informe Final**

**1.0 Introducción**

---

**1.1 Aspectos generales**

Los trabajos de exploración realizados en el área del Proyecto La Zanja, han permitido determinar la factibilidad de desarrollar dos yacimientos diseminados de oro y plata con un recurso minable total de 17 414 000 TM. El proyecto involucra el desarrollo de dos tajos abiertos, tratamiento del mineral mediante lixiviación y el procesamiento de la solución rica a través de un sistema de Adsorción/Desorción/Regeneración (ADR) con carbón activado para la obtención de plata y oro doré mediante un proceso final de fundición. Adicionalmente, se cuenta con un recurso de 10 066 254 TM con una ley de 0,56 g/TM, que representa 183 160 onzas de oro.

Minera La Zanja S.R.L. (Minera La Zanja) contrató los servicios de Knight Piésold Consultores S.A. (Knight Piésold) para la elaboración del Estudio de Línea Base y el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto La Zanja como parte del procedimiento que debe seguir para obtener los permisos necesarios que le permitan poner en marcha el proyecto. El proyecto se encuentra ubicado geográficamente en la micro cuenca de la quebrada El Cedro. Las únicas instalaciones del proyecto que se encuentran en el ámbito de la micro cuenca del río Pisit son la obra de toma y la tubería relacionadas con el sistema de bombeo de agua desde el río Pisit hacia el proyecto. Políticamente corresponde al caserío La Zanja (también denominado La Redonda), en el distrito de Pulán, provincia de Santa Cruz de Suchabamba, departamento de Cajamarca. El área del proyecto comprende las zonas altas de este distrito, entre los 2 800 y 3 811 m.s.n.m. limítrofes con los distritos de Catache (provincia de Santa Cruz de Suchabamba) y Calquis, Tongod (provincia de San Miguel de Pallaques).

**1.2 Estructura del Estudio de Impacto Ambiental**

El presente Estudio de Impacto Ambiental (EIA) ha sido desarrollado teniendo en consideración lo establecido en el “Reglamento para la Protección Ambiental en la Actividad Minero-Metalúrgica” (D.S. N° 016-93-EM modificado por D.S. N° 059-93-EM, D.S. N° 029-99-EM, D.S. N° 058-99-EM y D.S. N° 022-2002-EM) y los requisitos establecidos por la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros (DGAAM) y la Dirección General de

Minería (DGM) del Ministerio de Energía y Minas (MINEM). Asimismo, ha tenido en consideración los lineamientos de la “Guía para Elaborar Estudios de Impacto Ambiental” y la “Guía de Relaciones Comunitarias”. De acuerdo con esto, el Estudio de Impacto Ambiental que aquí se presenta incluye las siguientes secciones:

- Resumen ejecutivo
- Índice
- Introducción
- Antecedentes: Contiene, entre otros, una descripción de los trabajos realizados a la fecha en el proyecto. Al final se presenta una identificación y descripción general de las normas legales vigentes en el Perú, en materia ambiental.
- Descripción del área del proyecto: Contiene la información de línea base del área de influencia del proyecto, el medio físico, biológico, socioeconómico y de interés humano.
- Descripción del proyecto: Contiene la descripción detallada de las acciones a realizar en el área de operaciones, identificando las etapas de construcción, operación, cierre y post cierre del proyecto.
- Identificación y Evaluación de Impactos: Contiene la identificación y evaluación de los impactos ambientales y sociales del proyecto, considerando las medidas de prevención y mitigación que se han adoptado y que forman parte de la operación proyectada.
- Plan de manejo ambiental: Contiene las medidas de mitigación consideradas para lograr un proyecto compatible con el medio ambiente, cumpliendo con la política de la empresa y la legislación vigente. Esta sección considera además el Plan de Monitoreo de las variables ambientales asociadas al desarrollo del proyecto, un Plan de Salud Ocupacional, Seguridad y Medio Ambiente, así como una descripción del Plan de Respuestas a Emergencias y del Plan de Contingencias del proyecto.
- Plan de Relaciones Comunitarias: Contiene los diversos programas sociales del proyecto, trabajados a partir de la línea base; se incluye, la descripción preliminar del proyecto y el análisis de impactos.
- Análisis de alternativas: Contiene el análisis de las alternativas de ubicación de las instalaciones del proyecto, y de los procesos de beneficio, así como el criterio de selección de los mismos.
- Plan de cierre conceptual: Contiene los objetivos y criterios considerados para el cierre conceptual del proyecto así como las actividades de cierre (temporal, progresivo y final) y las actividades de mantenimiento y monitoreo.

- Análisis costo/beneficio de la actividad a desarrollar: Contiene el análisis de costos y beneficios del proyecto sobre los componentes ambientales y sociales, así como el balance general del desarrollo de la actividad.
- Programa de participación ciudadana: Contiene la descripción del programa desarrollado por el proyecto para informar a población sobre el desarrollo del proyecto y sus actividades.
- Lista de especialistas.
- Bibliografía.
- Anexos: Contienen información de apoyo utilizada en el desarrollo del EIA.
- Figuras: Contienen información gráfica de apoyo al EIA. Las escalas distintas de las figuras responden a la necesidad de mostrar la información de una manera clara. Utilizar una sola escala para todas las figura se considera impráctico, puesto que según el tipo de información que se quiera mostrar, éstas podrían resultar en unos casos muy pequeñas o muy grandes. Las figuras muestran distintos tamaños de área de terreno cada una con información específica, por ese motivo no se pueden poner todas en la misma escala. Asimismo, todas las figuras presentan sus leyendas respectivas.

## **2.0 Antecedentes**

---

### **2.1 Descripción general de las actividades del proyecto**

#### **2.1.1 Recuento de las actividades en el Proyecto La Zanja**

En 1991 Buenaventura Ingenieros S.A. (BISA) realizó un reconocimiento geológico inicial en el área del Proyecto La Zanja a través de imágenes satelitales. A partir de este reconocimiento, se identificaron áreas con alteración hidrotermal en ambientes volcánicos favorables para la mineralización. Entre 1993 y 1998, Newmont Perú Limited desarrolló trabajos de exploración a escala distrital que incluyeron muestreo de rocas (afloramientos y trincheras), cartografiado 1/5 000, geofísica terrestre y aérea, así como sondajes de perforación diamantina y de circulación reversa. Estos trabajos permitieron identificar áreas con fuertes anomalías auríferas, destacando San Pedro Sur y Pampa Verde.

Entre 1999 y 2006, los trabajos realizados primero por Compañía de Minas Buenaventura S.A.A (CMBSAA) y posteriormente por Minera La Zanja S.R.L. (Minera La Zanja), se concentraron en la exploración detallada de los prospectos más importantes (San Pedro Sur y Pampa Verde). Para ello se efectuó el cartografiado de detalle (escala 1/1 000), muestreo de rocas en trincheras, labores de reconocimiento, sondajes diamantinos (malla de perforación 50 m x 50 m) y pruebas metalúrgicas en laboratorios especializados. Durante el año 2006 se completó el programa de confirmación de recursos geológicos, así como diversas investigaciones metalúrgicas.

El 7 de setiembre de 2005 se inscribió la transferencia de los derechos mineros del proyecto efectuada por Buenaventura en favor de Minera La Zanja. Mediante escrito N° 1563371 de fecha 14 de octubre de 2005, CMBSAA informa al Ministerio de Energía y Minas que Minera La Zanja será el nuevo titular del proyecto. Mediante Resolución Directoral N° 528-2005-MEM/AAM de fecha 13 de diciembre de 2005, Minera La Zanja asume las obligaciones y compromisos del proyecto.

#### **2.1.2 Permisos existentes**

Minera La Zanja cuenta con los permisos y autorizaciones requeridas para desarrollar actividades de exploración. En el Anexo A se adjunta copia de las autorizaciones obtenidas para el proyecto a la fecha, las mismas que incluyen la aprobación de la Evaluación Ambiental y sus modificatorias; se incluye también copia del Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA).

La propiedad superficial de los terrenos involucrados en el proyecto pertenece a Minera La Zanja. Las propiedades se encuentran inscritas en Registros Públicos y debidamente formalizadas para los trabajos requeridos por el proyecto.

### **2.1.3 Derechos mineros**

La Concesión Minera otorga a su titular el derecho de extraer los minerales que se encuentran en el subsuelo dentro de los límites definidos por dicha concesión, sujeto al acuerdo con el titular de los derechos superficiales.

Los derechos mineros sobre los yacimientos San Pedro Sur y Pampa Verde, que son de titularidad de Minera La Zanja, se encuentran detallados en la Tabla 2.1 y se muestran en la Figura 2.1. Las coordenadas UTM de las concesiones se presentan en la Tabla 2.2. El conjunto de las concesiones mineras señaladas, cubre en su totalidad el área que contiene a los yacimientos San Pedro Sur y Pampa Verde. Los derechos mineros de Minera La Zanja, ubicados dentro del área del proyecto, se encuentran vigentes (Anexo A).

## **2.2 Aspectos políticos, legales y administrativos**

El Gobierno de Perú, mediante el D.L. N° 757, “Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada”, ha establecido como autoridades sectoriales competentes para la aplicación de las disposiciones ambientales – en la actualidad - de la Ley General del Ambiente a los Ministerios o los Organismos Fiscalizadores, según sea el caso, de los sectores correspondientes a las actividades que desarrollan las empresas. En este marco normativo, el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) es la autoridad competente para aplicar las normas relacionadas con las actividades minero-energéticas dentro del país, regulará y supervisará las actividades relacionadas con el desarrollo del Proyecto La Zanja, para lo cual coordinará directamente con otras autoridades los temas específicos dentro de sus respectivas competencias.

El EIA es presentado al MINEM, al Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), Dirección Regional de Energía y Minas de Cajamarca (DREM – Cajamarca) y Municipalidades Distritales de la zona del proyecto así como a la Municipalidad Provincial de Cajamarca. A través de estas instituciones, el EIA se hace público y se encuentra disponible para su revisión por parte de la sociedad civil. Todas las opiniones e inquietudes formuladas al EIA son consideradas en el proceso de toma de decisión del MINEM. La fiscalización del cumplimiento de las obligaciones adquiridas por Minera La Zanja como consecuencia de la aprobación del EIA y la puesta en marcha del proyecto correrán por cuenta de OSINERGMIN, de acuerdo con lo establecido en la Ley N° 989-GYH/RDF.

En el Anexo B-1 se presenta el marco legal aplicable al desarrollo del Proyecto La Zanja, el mismo que incluye las normas generales a nivel nacional, tales como la Ley General del Ambiente (Ley N° 28611), la Ley General de Salud (Ley N° 26842), Ley General de Residuos Sólidos (Ley N° 27314) y su Reglamento (D.S. N° 057-2004-PCM), Ley General de Aguas (D.L. N° 17752), el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire (D.S. N° 074-2001-PCM) entre otras normas que definen los lineamientos y mandatos legales aplicables a todas las actividades socioeconómicas del país. Asimismo, se incluyen las normas específicas aplicables, como el Reglamento para la Protección Ambiental en la Actividad Minero-Metalúrgica (D.S. N° 016-93-EM) y sus respectivas modificatorias; la R.M. N° 315-96-EM/VMM y la R.M. N° 011-96-EM/VMM, que establecen los límites máximos permisibles de emisiones y efluentes para el sector minero; el D.S. N° 042-2003-EM que establece el compromiso previo para el desarrollo sostenible de las actividades mineras, entre otros. También se incluye la y la relación de las entidades gubernamentales con atribuciones sobre proyectos los mineros.

En lo que respecta al marco legal del Proyecto La Zanja, es pertinente precisar que mediante Ordenanza de la Municipalidad Distrital de Pulán, del 1 de diciembre de 2004, se creó el Área de Conservación Municipal Pulán, con una extensión de 5 504 ha. La descripción de la ubicación del área de conservación ha sido incluida en dicha Ordenanza, la cual está contenida en el Anexo B-2.

Con respecto a la citada Ordenanza, es pertinente resaltar las siguientes consideraciones:

- La Ordenanza establece los límites del área de conservación municipal aún cuando no precisa cuál es el objetivo de su creación. En consecuencia, tampoco establece cuáles son las condiciones de manejo de la misma, por lo que a la fecha no se han definido los alcances que podría tener para el Proyecto La Zanja.
- Mediante la Ordenanza se autoriza al alcalde de Pulán a fin de que “establezca normas reglamentarias para que inscriba el Área de Conservación Municipal ante el Registro de Áreas de Conservación Municipal (Intendencia de Áreas Naturales Protegidas) del INRENA, de conformidad al artículo 79 del D.S. N° 038-2001-AG – Reglamento de la Ley de Áreas Naturales Protegidas”. No obstante, todas las disposiciones reglamentarias sobre las áreas de conservación municipal fueron derogadas por el D.S. N° 015-2007-AG, habiéndose desactivado dicho registro sin que se haya inscrito dicha área y sin que esta pueda ser inscrita a futuro.

### **2.2.1 Requisitos administrativos**

A fin de obtener la autorización para la construcción de la planta e instalaciones auxiliares del proyecto, Minera La Zanja deberá cumplir con los siguientes requisitos, de acuerdo con el Texto Único de Procedimientos Administrativos del Ministerio de Energía y Minas del 2006:

- Presentar su solicitud de acuerdo a formato, consignando el número de RUC.
- Presentar la memoria descriptiva de la planta y de sus instalaciones principales, auxiliares y complementarias de acuerdo al formato establecido por la DGM, plano de construcción y diseño.
- Presentar copia de la resolución de aprobación del EIA respectivo.
- Presentar la autorización de uso de agua, expedida por el Administrador Técnico del Distrito de Riego (ATDR) del Ministerio de Agricultura.
- Presentar el documento que acredite que el solicitante está autorizado a utilizar el terreno en el que construirá la planta.
- Acreditar haber pagado el derecho de vigencia.

### **2.2.2 Política corporativa de seguridad y medio ambiente**

En esta sección se detalla la política corporativa de Minera La Zanja con respecto de la seguridad y del medio ambiente que aplica a sus operaciones y que se hará extensiva a las actividades del Proyecto La Zanja.

#### ***Los valores***

Minera La Zanja cree en el valor de la persona humana como eje central de la empresa. Nuestro desarrollo se sustenta en el respeto, confianza y consideración mutua para con todos los que trabajamos en ella, para con nuestros accionistas, autoridades, socios, clientes y comunidad en general. Para lograrlo, trabajamos permanentemente en busca de la excelencia, generando riqueza en el proceso, sin desmedro del bienestar y seguridad de sus trabajadores y cuidando el medio ambiente que nos rodea, de acuerdo con la filosofía de la empresa.

#### ***Los objetivos en seguridad***

Minera La Zanja tiene por objetivos que todos los trabajadores lleguen a sus casas sanos y sin lesiones después de la jornada de trabajo.

#### ***Los objetivos en medio ambiente***

Minera La Zanja tiene por objetivos utilizar las mejores prácticas y tecnologías económicamente factibles, para explorar, desarrollar y explotar yacimientos minerales, así como propiciar el desarrollo sostenible de las regiones donde realiza sus operaciones.

***Los compromisos de Minera La Zanja S.R.L.***

- Usar las mejores prácticas y tecnologías disponibles para explorar y producir minerales, asegurando la disponibilidad de los recursos necesarios para este fin.
- Respetar las leyes y normas vigentes, a las autoridades, instituciones locales y en especial a la persona humana.
- Mantener un compromiso permanente con la excelencia.
- Utilizar como herramientas, el diálogo y la capacitación permanentes.
- Respetar las costumbres locales e interactuar con las comunidades donde se realizan las actividades.
- Minimizar los potenciales impactos negativos al medio ambiente.

***Los compromisos de los trabajadores***

- Respetar a las poblaciones del entorno, así como sus costumbres, minimizando los impactos negativos que pudiesen presentarse.
- Trabajar con responsabilidad y entusiasmo, compartiendo conocimientos, corrigiendo equivocaciones y predicando con el ejemplo la forma correcta de trabajar, en búsqueda constante de la excelencia.
- Respetar y cumplir las leyes vigentes.
- Respetar a las autoridades locales y nacionales.
- Cumplir las normas, estándares y procedimientos de trabajo seguro establecidos.
- Promover el desarrollo sostenible del entorno, minimizando el impacto de nuestras operaciones.
- Actuar con eficacia para corregir las condiciones inseguras detectadas.



### **3.0 Descripción del Área del Proyecto**

#### **3.1 Ambiente físico**

##### **3.1.1 Ubicación, topografía y fisiografía**

###### **3.1.1.1 Ubicación**

El Proyecto La Zanja, está ubicado en el caserío La Zanja (también denominado La Redonda), en el distrito de Pulán, provincia de Santa Cruz de Succhabamba, departamento de Cajamarca. El área del proyecto comprende las zonas altas de este distrito, a una altitud que varía entre los 2 800 y 3 811 m y la zona limítrofe con los distritos de Catache de la misma provincia de Santa Cruz de Succhabamba y Calquis, Tongod de la provincia de San Miguel de Pallaques (Figura 3.2).

Las rutas de acceso al área del proyecto se muestran en la Figura 3.1 y en el Cuadro 3.1.

**Cuadro 3.1**  
**Rutas hacia el Proyecto La Zanja**

###### **Ruta N°1**

<b>Origen – Destino</b>	<b>Distancia (km)</b>	<b>Estado de la carretera</b>
Lima – Pacasmayo – Dv.Cajamarca	741,00	Asfaltada
Dv.Cajamarca – Dv. Chilete –Cajamarca	180,00	Asfaltada
Cajamarca – El Empalme	70,00	Afirmada
El Empalme – Proyecto	32,00	Parcialmente afirmada
<b>Total</b>	<b>1 023,00</b>	

Tiempo de viaje aproximado (Lima – Proyecto) 16 horas.

###### **Ruta N°2**

<b>Origen - Destino</b>	<b>Distancia (km)</b>	<b>Estado de la carretera</b>
Lima-Pacasmayo- Dv.Cajamarca	741,00	Asfaltada
Dv. Cajamarca – Dv. Chilete	91,00	Asfaltada
Dv. Chilete - San Miguel	53,50	Afirmada
San Miguel – Proyecto	35,00	Trocha carrozable
<b>Total</b>	<b>920,50</b>	

Tiempo de viaje aproximado (Lima – Proyecto) 15 horas 30 minutos.

**Cuadro 3.1 (Cont.)  
Rutas hacia el Proyecto La Zanja****Ruta N°3**

<b>Origen - Destino</b>	<b>Distancia (km)</b>	<b>Estado de la carretera</b>
Lima - Cajamarca	N.A. (*)	N.A. (*) (Vía aérea)
Cajamarca - El Empalme	70,00	Afirmada
El Empalme - Proyecto	32,00	Afirmada 20% trocha 80%
<b>Total</b>	<b>102,00</b>	

Tiempo aproximado vía aérea (Lima – Cajamarca) 1 hora 30 min.

Tiempo carretera (Cajamarca – Proyecto) 3 horas

(\*) N.A.= No aplica.

**3.1.1.2 Topografía y fisiografía**

La topografía del área del proyecto es accidentada en la zona donde se desarrollarán los tajos y plana en la zona donde se ubicarán las instalaciones del proyecto. En general, en la zona resalta la sucesión de montañas o cerros, con altitudes que fluctúan entre los 2 800 y 3 811 m, con pendientes que varían entre 30 – 70%. Estos cerros se encuentran disectados por numerosas quebradas entre las cuales discurren cursos de agua de pendiente elevada en su curso superior, pero que se suavizan conforme las aguas confluyen en los ríos principales de la zona. En las inmediaciones de la línea de cumbres, sobre los 3 500 m de altitud, predominan las planicies altas, con pendientes relativamente suaves (6 – 12%), como es el caso de la pampa del Bramadero. Esta morfología, sugiere que el modelado de la topografía se realizó por varias etapas de erosión.

Sobre la superficie del cerro Pampa Verde y la pampa del Bramadero, se han desarrollado zonas hidrofiticas por encima de 3 200 m de altitud. En áreas como San Pedro Sur y Pampa Verde, se han observado comunidades boscosas en pendientes abruptas. En la zona de Pisit (3 250 m de altitud aproximadamente), se encuentra una planicie extensa a lo largo del río del mismo nombre.

Fisiográficamente, el área del proyecto pertenece a los Andes Centrales, los cuales se extienden en Sudamérica desde Cajamarca, en el Perú, hasta Antofagasta en Chile y Catamarca en Argentina. Los Andes Centrales se caracterizan por la predominancia de grandes antiplanos, situados a más de 3 500 m.s.n.m. y que han recibido variadamente el nombre de “Región de la Puna” o “Altiplano” (INGEMMET, 1987).

**3.1.2 Clima y meteorología**

La línea base ambiental elaborada en enero de 2007 incluye información generada por la estación meteorológica del campamento La Zanja correspondiente a los años 2001, 2002,

2003, 2005 y 2006. Los datos corresponden a 25 meses, cubren todos los meses del año (estación seca y húmeda), por lo que ha sido posible construir un año tipo a partir de los datos disponibles, los cuales permiten efectuar el análisis. No existe información representativa adicional debido a que la estación meteorológica más cercana del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) se encuentra en la ciudad de Cajamarca, distante más de 40 km del proyecto. Sin embargo, para fines de la línea base, los datos disponibles de la estación meteorológica La Zanja son adecuados. En el caso del análisis de precipitaciones, se cuenta con varias estaciones pluviométricas cercanas a la zona del proyecto, las cuales han sido consideradas en el análisis.

### **3.1.2.1 Temperatura del aire**

De acuerdo con la información analizada, la temperatura promedio mensual del aire para la zona de evaluación fluctúa entre 7,0 - 8,2 °C, no se presentan variaciones significativas a lo largo del año (Cuadro 3.2 y Gráfico 3.1). La temperatura promedio para el período de registro es de 7,7 °C.

**Cuadro 3.2**  
**Promedios mensuales de temperatura media, máxima, mínima y sensación térmica**

Mes	Temperatura (°C)			
	Media	Máxima	Mínima	Sensación térmica
Enero	8,1	11,4	5,7	4,7
Febrero	8,0	11,4	5,7	5,6
Marzo	7,7	11,1	5,6	5,1
Abril	7,9	11,2	5,5	4,7
Mayo	7,9	12,1	4,7	4,4
Junio	7,3	11,5	4,0	2,2
Julio	7,1	11,4	3,7	1,8
Agosto	7,3	12,1	3,6	-0,1
Septiembre	7,9	12,3	5,0	4,9
Octubre	7,5	11,4	5,0	4,6
Noviembre	7,8	11,3	5,4	5,0
Diciembre	7,8	11,2	5,5	5,2

Fuente: Compañía de Minas Buenaventura, Estación La Zanja

La temperatura mínima mensual promedio en la estación meteorológica La Zanja varía entre 3,6 - 5,7 °C (Cuadro 3.2), con una temperatura promedio mínima para el período evaluado de 4,9 °C. En el Gráfico 3.1 se aprecia la variación mensual de la temperatura mínima donde los menores valores se presentan en el mes de agosto. La temperatura máxima mensual promedio

alcanza valores entre 11,1 - 12,3 °C (Cuadro 3.2), con una temperatura promedio máxima para el período evaluado de 11,6 °C.

Pese a no alcanzar temperaturas extremas, la sensación térmica es considerablemente más baja que las temperaturas mínimas en los meses de junio, julio y agosto (Gráfico 3.2), esto se debe a factores como humedad relativa y velocidad del viento, tratados más adelante. En el mes de agosto se observan las más bajas sensaciones térmicas debido a la mayor velocidad del viento.

### **3.1.2.2 Precipitación**

La línea base considera datos de precipitación de estaciones pluviométricas cercanas al área del proyecto, los cuales fueron analizados y correlacionados estadísticamente para estimar la precipitación media anual para cualquier punto dentro del área del proyecto. Las estaciones meteorológicas de interés fueron seleccionadas considerando su cercanía al área del proyecto, altitud y período de registro. Del total de estaciones disponibles se seleccionaron 18 (10 en la vertiente del Pacífico y 8 en la del Atlántico), como se muestra en el Cuadro 3.3.

**Cuadro 3.3**  
**Estaciones pluviométricas seleccionadas**

<b>Vertiente</b>	<b>Estación</b>	<b>Periodo de registro (años)</b>	<b>Número de años de registro</b>
<b>Pacífico</b>	Chilete	64-82; 85-02	37
	Magdalena	64-82; 87-02	35
	Chota	71-76; 78-82; 95-01	18
	Contumaza	65-02	38
	Llapa	87-02	16
	Quilcate	66-69; 71-97; 99-02	35
	Granja Porcón	67-77; 80-81; 86-02	30
	Minas Sipán	78-00	22
	Hacienda Negritos	62-74	11
	Quebrada Honda	65-68; 70-97	32
<b>Atlántico</b>	Cochabamba	64-82; 87-02	35
	Bambamarca	62-02	41
	Weberbauer	65-67; 79-94; 96-02	35
	La Llica	83-98	16
	San Juan de Lacamarca	82-97	16
	Hualgayoc	62-82	21
	Maqui Maqui	95-96; 98-03	8
	Carachugo	95-02	8

Los registros de precipitación de la estación meteorológica La Zanja, indican que las lluvias siguen un patrón estacional, similar al patrón típico de precipitaciones de la sierra, con un período de menor precipitación en los meses de mayo - setiembre y un período de mayor precipitación entre los meses de octubre - abril (Gráfico 3.3 y Cuadro 3.4).

**Cuadro 3.4**  
**Promedios mensuales de precipitación, evapotranspiración y humedad relativa**

Mes	pp (mm)	E (mm)	Humedad relativa (%)
Enero	116	87	89
Febrero	131	58	93
Marzo	199	64	92
Abril	177	83	92
Mayo	56	88	87
Junio	42	85	86
Julio	35	87	86
Agosto	10	93	83
Septiembre	61	61	85
Octubre	151	68	88
Noviembre	117	58	87
Diciembre	97	55	88
Acumulado	1 192	887	--

pp: Precipitación

E: Evapotranspiración

Fuente: Compañía de Minas Buenaventura, Estación La Zanja

Para cuantificar la precipitación anual en el área de estudio, se tomó la información disponible entre abril del año 2002 y agosto del año 2006. Este intervalo de tiempo registra una precipitación anual promedio de 1 192 mm. El patrón de las precipitaciones en el área fue analizado mediante una correlación, para lo cual se utilizaron los datos de las estaciones regionales con más de 10 años de registros (Water Management Consultants, 2007). Este análisis establece que la precipitación anual promedio en el área de La Zanja varía entre 1 086 mm (3 350 m.s.n.m.) y 1 281 mm (3 950 m.s.n.m.).

Los registros de la estación meteorológica de Sipán, ubicada 15 km al sur este del área de La Zanja y a una altitud de 3 515 m, similar a la de La Zanja (3 550 m), pueden ser usados con fines comparativos. El período de registro de esta estación se ajusta a la correlación lineal precipitación versus elevación. En la Tabla 3.1 se presenta la precipitación acumulada anual de los años 1979 - 1988, 1995, 1998 - 2000 y 2002 - 2004 de la estación Sipán. La precipitación promedio anual para estos años, exceptuando el año 2000 (registros incompletos), es de 1 036,10 mm. Los valores de precipitación obtenidos en la estación La

Zanja durante el período abril 2002 - agosto 2006, guardan correlación con las estimaciones de precipitación efectuadas con los datos de estaciones cercanas.

La estimación de la precipitación máxima en 24 horas, permite el cálculo de caudales de avenida y para el diseño de obras de desviación, evaluación de erosión de suelos, protección de obras de toma, entre otros. Water Management Consultants realizó un análisis de las tormentas registradas en la estación La Zanja, la tormenta de mayor magnitud registrada en 24 horas ocurrió el 31 de enero de 2003 con 36 mm. Asimismo, realizó un análisis de distribución de frecuencias con los datos de las precipitaciones máximas anuales en 24 horas de la estación Hualgayoc encontrando que la precipitación máxima en 24 horas para un período de retorno de 100 años es de 85 mm, mientras que para 500 años es de 101 mm.

Para analizar el efecto del fenómeno ENSO (El Niño Southern Oscillation) se empleó la información registrada en la estación meteorológica de Sipán. Con esta información se elaboró la tabla de precipitaciones (Tabla 3.1) donde se diferencian las precipitaciones mensuales influenciadas por el fenómeno ENSO, llamadas para fines de estudio “meses El Niño” de las precipitaciones mensuales “normales”, llamadas “meses normales”. Asimismo, se calcularon los valores de precipitación mensual promedio, considerando “meses El Niño” y “meses normales”.

Durante la época de lluvias (octubre a marzo), la precipitación promedio mensual para los meses El Niño es mayor que en los meses normales, excepto en el mes de febrero (Tabla 3.1). En la época seca (abril a setiembre), la precipitación promedio mensual para los meses normales es mayor que los meses El Niño, excepto en el mes de agosto. Estos valores se ajustan al comportamiento típico de los efectos del fenómeno ENSO en el Perú, con incremento de los niveles de precipitación pluvial en la zona norte. Sin embargo, la diferencia no es muy marcada entre los meses El Niño y los meses normales. Así tenemos que las diferencias entre los promedios mensuales de precipitación varían entre 3 mm (mes de julio) y 68 mm (mes de enero), con una media de 28,5mm.

En el Gráfico 3.4 se aprecia las diferencias entre la precipitación considerando períodos normales y períodos con presencia de El Niño. En febrero se presenta la mayor precipitación promedio para meses normales (164,8 mm), para precipitaciones mensuales influenciadas por El Niño, el mayor valor promedio se presenta en marzo (154,7 mm). Julio presenta la menor precipitación mensual promedio (10 mm) bajo la influencia de El Niño, para meses normales el promedio mensual más bajo corresponde a agosto (30,1 mm).

### **3.1.2.3 Humedad relativa**

La humedad relativa en el área fluctúa en promedio entre el 83 y 93%, con un promedio de 88% (Cuadro 3.4), sigue la tendencia de la serie anual de precipitación, (Gráfico 3.5). La humedad relativa es la expresión porcentual de la cantidad de vapor de agua presente en la atmósfera a una temperatura determinada e indica su grado de saturación.

### **3.1.2.4 Evaporación y radiación solar**

Si bien no existen datos de evaporación de bandeja (evaporímetros) en el área de proyecto, existen datos de evapotranspiración cada dos horas estimados por el software de la estación meteorológica automática instalada en el área del campamento de la mina. Estos valores de evapotranspiración son calculados utilizando una ecuación empírica y utilizando los datos de radiación, temperatura, viento y humedad medidos por la estación. El período de los registros disponibles con datos de evapotranspiración al momento del presente estudio cubría desde noviembre del año 2001 hasta marzo del año 2003.

La evapotranspiración está directamente relacionada con la radiación solar y la velocidad del viento (Gráfico 3.6), e inversamente relacionada con la humedad relativa. La relación entre evapotranspiración y precipitación, determina las épocas del año en que hay disponibilidad (precipitación > evapotranspiración) o escasez de agua (precipitación < evapotranspiración). Esta relación se muestra en el Gráfico 3.3. Los datos de evapotranspiración se presentan en el Cuadro 3.4. Los datos de evapotranspiración disponibles de la estación meteorológica, sugieren una evapotranspiración anual del orden de 1 140 mm.

Debido a la escasez de datos de evaporación disponibles específicos para el sitio del proyecto, se realizó un estudio regional para estimar la evaporación en el área del proyecto. Varias estaciones regionales cuentan con datos de mediciones de evaporímetros. A partir de esta información se deduce que, para estaciones ubicadas sobre 3 500 m se puede asumir que un valor de evaporación de bandeja del orden de 900 mm/año es un valor razonable para el área del proyecto.

El promedio de radiación solar para el período de registro es de 186 W/m<sup>2</sup> con valores promedios mensuales que fluctúan entre 148 y 253 W/m<sup>2</sup>, valores típicos de zonas altoandinas, (Cuadro 3.5 y Gráfico 3.7).

**Cuadro 3.5**  
**Promedios mensuales de radiación solar**

<b>Mes</b>	<b>Radiación solar (W/m<sup>2</sup>)</b>
Enero	171
Febrero	183
Marzo	148
Abril	157
Mayo	197
Junio	219
Julio	187
Agosto	253
Septiembre	214
Octubre	165
Noviembre	161
Diciembre	176

Fuente: Compañía de Minas Buenaventura, Estación La Zanja.

### **3.1.2.5 Viento**

En la zona del proyecto, los vientos presentan velocidades variables durante el año, la cual está influenciada principalmente por la distribución térmica, la cual a su vez es consecuencia de la radiación incidente (Cuadro 3.6 y Gráfico 3.8), oscilando entre 4,5 - 14,7 km/h (promedios mensuales). El promedio anual para el período de registro es de 10,0 km/h, siendo agosto el mes de mayor intensidad. La dirección predominante del viento en el área de estudio varía entre el N y NNE, en función de la gradiente térmica horizontal. En el Gráfico 3.9 se presenta la rosa de vientos.



**Cuadro 3.6**  
**Velocidad y dirección del viento**

Mes	Velocidad viento (km/h)	Velocidad max. viento (km/h)	Dirección predominante viento
Enero	12,1	24,7	N
Febrero	4,5	24,4	N
Marzo	8,7	24,0	N
Abril	9,4	25,1	N
Mayo	9,5	27,8	NNE
Junio	11,7	31,6	NNE
Julio	12,2	33,9	NNE
Agosto	14,7	37,6	NNE
Septiembre	11,2	24,7	N
Octubre	7,8	23,9	NNE
Noviembre	8,7	23,1	N
Diciembre	10,0	21,8	N

Fuente: Compañía de Minas Buenaventura, Estación La Zanja

Las características del viento están bastante influenciadas por el relieve, por lo que la velocidad y dirección pueden presentar variaciones en zonas relativamente cercanas entre sí. La dirección predominante del viento, posibilita el desarrollo de una vegetación de bosque de neblina en la quebrada El Cedro. Los vientos acarrean humedad que queda atrapada en las laderas y proporciona condiciones adecuadas para el crecimiento de la vegetación. Según Franke y Valencia, 1984, en este tipo de bosque la nubosidad y la constante presencia de neblinas disminuyen la radiación solar directa, el resultado es una menor pérdida de agua por evaporación.

### **3.1.3 Calidad del aire**

La calidad del aire en el área del proyecto se determinó inicialmente mediante los registros realizados por la empresa B y F Consultores en agosto de 2000 (Anexo C), estableciendo un punto de monitoreo cerca del campamento de exploración. En este punto se tomaron muestras de material particulado respirable (PM<sub>10</sub>), concentraciones de metales e hidrocarburos, mediante un muestreador de alto volumen.

En diciembre de 2003, Knight Piésold realizó evaluaciones de material particulado (PM<sub>10</sub>) con un equipo de bajo volumen Partisol 2000 de Rupprecht & Patashnick. Para determinar los niveles de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y monóxido de carbono (CO) SGS del Perú S.A.C., realizó a solicitud de Knight Piésold la determinación de la concentración de estos gases en el área del proyecto. Se establecieron tres puntos de muestreo para estas evaluaciones (PM<sub>10</sub> y gases), cerca al campamento de exploraciones, en el centro

poblado menor Pisit y en el caserío La Zanja para obtener información sobre calidad de aire de los lugares poblados próximos al proyecto.

Adicionalmente, se realizó una determinación de las concentraciones de material particulado y gases en los alrededores del proyecto minero. Los muestreos se realizaron en septiembre de 2006 y estuvieron a cargo de la empresa Corplab Perú. Se siguieron los lineamientos establecidos en el “Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire” (D.S. N° 074-2001-PCM y el D.S N° 069-2003-PCM). Los parámetros medidos fueron: partículas totales en suspensión (PTS), material particulado respirable de diámetro menor a 10 micras (PM<sub>10</sub>) y su contenido metálico, CO, NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>.

Los muestreos de PTS y PM<sub>10</sub> fueron realizados con equipos de alto volumen (HiVol), las concentraciones de CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> fueron registradas con analizadores automáticos de medición continua. Los equipos utilizados son los modelos aprobados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA); en ambos casos la calibración fue efectuada siguiendo normas internacionales que garantizan el correcto funcionamiento de los equipos.

La determinación del contenido metálico en las muestras de PM<sub>10</sub> se realizó mediante el método Inductively Coupled Plasma (ICP), los análisis fueron realizados en laboratorios acreditados ante el Instituto Nacional de Defensa del Consumidor y la Propiedad Intelectual (INDECOPI). El Anexo D detalla las especificaciones técnicas de los equipos, los métodos utilizados, los certificados de calibración, así como los reportes emitidos por el laboratorio.

Los muestreos se efectuaron en el mes de septiembre de 2006. El número total de estaciones, así como su ubicación, fueron los mismos utilizados en el año 2003 durante la campaña de muestreo para la Línea Base Ambiental, de acuerdo con los lineamientos del “Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Emisiones” del Subsector Minería del MINEM. Las estaciones seleccionadas por su representatividad fueron: KPA1, KPA2 y KPA3; en cada una de ellas se efectuaron tres mediciones de PTS y PM<sub>10</sub> y una de gases (CO, NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>), durante periodos de 24 horas.

La ubicación y posición geográfica de los puntos de muestreo detallados a continuación, se presentan en la Figura 3.3 y el Cuadro 3.7.

**Cuadro 3.7**  
**Ubicación de los puntos de muestreo de calidad de aire**

Punto	Ubicación	Coordenadas		Altura
		Norte	Este	
<b>KPA1</b>	Campamento La Zanja	9 245 038,00	734 617,00	3 558
<b>KPA2</b>	Caserío La Zanja	9 244 277,00	730 291,00	3 480
<b>KPA3</b>	Centro poblado menor de Pisit	9 246 254,00	736 222,00	3 529

***KPA1 (Campamento La Zanja)***

Ubicado dentro del campamento, a un lado de la caseta de control y a 20 m del estacionamiento de camionetas. Considerado para caracterizar la calidad de aire en las inmediaciones del área de futuras operaciones mineras (Fotografía 3.1).

***KPA2 (Caserío La Zanja)***

Ubicado en dirección oeste-suroeste del área de operaciones. Permite caracterizar la calidad de aire en el centro poblado más cercano a las instalaciones de la mina (Fotografía 3.2).

***KPA3 (Centro poblado menor de Pisit)***

Ubicado en dirección este-noreste del área de operaciones, en la futura plaza de armas del centro poblado. Punto seleccionado para caracterizar la calidad de aire en el centro poblado más cercano a las instalaciones de la mina, luego del caserío La Zanja (Fotografía 3.3).

***3.1.3.1 Material particulado***

Se define como material particulado a la mezcla de partículas de sólido o líquido que se encuentran suspendidas en el aire. Estas partículas son de tamaño muy pequeño, generalmente con un diámetro menor a 100  $\mu\text{m}$ . Se denomina PTS a todas aquellas partículas que se encuentran suspendidas en el aire sin importar su tamaño. En cambio, se denomina  $\text{PM}_{10}$  a las partículas con un diámetro aerodinámico menor a 10  $\mu\text{m}$ . Asimismo se las ha llamado “partículas respirables” debido a que por su reducido tamaño no es filtrado por el sistema respiratorio humano y pueden asentarse en los pulmones, afectando la salud. Por esta razón es que solamente la concentración de  $\text{PM}_{10}$  se encuentra normada (a nivel nacional y mundial) y las de PTS son utilizadas estrictamente como valores referenciales.

Con respecto al área del proyecto, las características del suelo, y amplia cobertura vegetal (pajonal disperso con césped de puna) en el área del proyecto, dificultan el arrastre eólico (por acción del viento) de las partículas de suelo. En consecuencia, tanto el aporte local de material particulado, como su incidencia sobre la calidad del aire en la zona son mínimos. Además del

aporte local a la concentración de material particulado, diversas fuentes antropogénicas (de origen humano) podrían influir sobre la calidad del aire, estas son:

- Las emisiones producto de las actividades de exploración.
- El tránsito de vehículos motorizados por los caminos afirmados existentes.
- Actividades locales en el caserío La Zanja y Pisit.

**Material particulado (PM<sub>10</sub>)**

Los valores promedio de concentración de PM<sub>10</sub> obtenidos en todos los muestreos realizados se presentan en la Cuadro 3.8 y el Gráfico 3.10. En el último muestreo, los niveles registrados para los periodos de 24 horas, variaron entre 4 y 47 µg/m<sup>3</sup> y los promedios anuales estuvieron en el orden de los 10 y 22 µg/m<sup>3</sup>.

**Cuadro 3.8**  
**Resultados del muestreo de calidad de aire - Material particulado PM<sub>10</sub>**

Punto	Ubicación		Primer muestreo (µg/m <sup>3</sup> )	Segundo muestreo (µg/m <sup>3</sup> )	Tercer muestreo (µg/m <sup>3</sup> )	Promedio (µg/m <sup>3</sup> )	D.S. N° 074-2001	
							Estándar de calidad de aire - 24 horas (µg/m <sup>3</sup> )	Estándar de calidad de aire - anual (µg/m <sup>3</sup> )
KPA1	Campamento La Zanja	(a)	48	36	/	42	150	50
		(b)	28	33	/	31		
		(c)	12	8	47	22		
KPA2	Caserío La Zanja	(b)	17	/	/	17	150	50
		(c)	10	9	13	11		
KPA3	Centro poblado menor de Pisit	(b)	4	/	/	4	150	50
		(c)	4	12	14	10		

(a) Valores registrados por B y F Consultores (agosto 2000)

(b) Valores registrados por Knight Piésold (diciembre 2003)

(c) Valores registrados por Knight Piésold (septiembre 2006)

Cada muestreo se realizó sobre la base de 24 horas

Se observa que las concentraciones registradas en el campamento La Zanja son mayores que las obtenidas en el caserío La Zanja y el centro poblado menor de Pisit. Sin embargo, en ninguno de los muestreos se superaron los estándares nacionales de calidad de aire establecidos para las mediciones efectuadas en un periodo de 24 horas (150 µg/m<sup>3</sup>) ni para los promedios anuales (50 µg/m<sup>3</sup>). Se concluye que las concentraciones actuales de PM<sub>10</sub> en la

zona no representan peligro alguno para la salud de las personas a corto ni largo plazo.

***Partículas totales en suspensión (PTS)***

Los valores obtenidos para este parámetro fueron medianamente consistentes con los valores correspondientes al PM<sub>10</sub> debido a que el caserío La Zanja fue el punto que registró las mayores concentraciones de PTS, cuando las mayores concentraciones de PM<sub>10</sub> se obtuvieron en punto el campamento La Zanja. Sin embargo, no se considera como un tema de preocupación debido a los bajos niveles de concentración obtenidos en todos los puntos. Estos resultados se presentan en la Cuadro 3.9 y el Gráfico 3.11.

**Cuadro 3.9**  
**Resultados del muestreo de calidad de aire**  
**Partículas Totales en Suspensión (PTS)**

<b>Punto</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Primer muestreo (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Segundo muestreo (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Tercer muestreo (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Promedio (µg/m<sup>3</sup>)</b>
<b>KPA1</b>	Campamento La Zanja	66	52	77	65
<b>KPA2</b>	Caserío La Zanja	117	53	43	71
<b>KPA3</b>	Centro poblado menor de Pisit	24	13	18	18

Los valores registrados para periodos de 24 horas van de 13,03 - 117,20 µg/m<sup>3</sup>, obtenidos en Pisit y el caserío La Zanja, respectivamente. En el caso de los promedios anuales, las mayores concentraciones se registraron en el campamento La Zanja (KPA1) y en el caserío La Zanja, con 65 µg/m<sup>3</sup> y 71 µg/m<sup>3</sup>, respectivamente. En el caso del centro poblado menor de Pisit se obtuvieron concentraciones de 18 µg/m<sup>3</sup>.

***Elementos metálicos en el material particulado***

El análisis del contenido de metales realizado en los filtros de PM<sub>10</sub> permitió verificar los niveles de concentración de metales pesados, así como el grado de influencia de las actividades de exploración y el arrastre eólico del suelo. Los resultados de los análisis de concentración de metales se muestran en la Cuadro 3.10.

**Cuadro 3.10**  
**Resultados del muestreo de calidad de aire**  
**Elementos metálicos en el PM<sub>10</sub>**

Elemento	ByF Consultores (agosto 2000)	Knight Piésold (septiembre 2006)		
		KPA1	KPA2	KPA3
Calcio (Ca)		0,56	0,42	0,35
Magnesio (Mg)		0,1	0,02	0,03
Sodio (Na)		0,16	0,17	0,17
Aluminio (Al)	0,205	0,7	0,19	0,14
Hierro (Fe)	0,295	1,06	0,67	0,47
Cadmio (Cd)	<0,01	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Cromo (Cr)	<0,011	0,05	0,07	0,05
Mercurio (Hg)	<0,01	-	-	-
Cobre (Cu)	0,27	0,1	0,008	0,236
Zinc (Zn)	0,14	0,05	<0,002	0,006
Talio (Tl)		<0,009	<0,009	<0,009
Arsénico (As)		<0,002	<0,002	<0,002
Plomo (Pb)	0,02	0,003	0,006	0,005

Durante el último muestreo, las concentraciones de calcio (Ca, 0,35-0,71  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), magnesio (Mg, 0,02-0,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y sodio (Na, 0,08-0,27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en el PM<sub>10</sub> evidenciaron el grado de influencia de las fuentes naturales de material particulado y las emisiones producto del tráfico sobre las vías afirmadas, puesto que éstos son valores típicos de la composición del suelo. Asimismo, las concentraciones de la mayoría de elementos metálicos no fueron considerables y muchas se encuentran por debajo del límite de detección, como en el caso de la plata (Ag).

La concentración de cromo (Cr) varió entre 0,0138-0,0968  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , la concentración de aluminio (Al) entre 0,094-0,208  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , se trata en ambos casos de niveles relativamente bajos de ambos elementos. Metales pesados como cadmio (Cd) y talio (Tl), estuvieron por debajo de los límites de detección. En cuanto a los metales potencialmente tóxicos, los registros de plomo (Pb) reportaron valores promedio menores a 0,007  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , los registros de arsénico (As) estuvieron por debajo de los límites de detección (0,002  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ); en ambos casos los valores estuvieron muy por debajo del estándar nacional: 0,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Pb) y 6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (As).

Los resultados completos de los análisis ICP en los filtros de PM<sub>10</sub> se incluyen en el Anexo D.

### **3.1.3.2 Gases**

El muestreo de gases estuvo dirigido a determinar las concentraciones basales de CO, NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>, tanto en promedios en 24 horas como en máximas horarias.

**Monóxido de carbono (CO)**

La totalidad de valores reportados de CO estuvieron por debajo de los estándares establecidos por el D.S. N° 074- 2001- PCM. Los registros obtenidos no superaron los 30 000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para la concentración horaria ni los 10 000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para el promedio de concentración durante un periodo de 8 horas.

Los valores de concentración máxima horaria y promedio móvil (el promedio móvil para este caso es el promedio mayor para un lapso de 8 horas consecutivas dentro de las 24 horas del monitoreo) de CO en 8 horas se presentan en la Cuadro 3.11 y el Gráfico 3.12. Para el último muestreo, el mayor promedio móvil fue registrado en el punto KPA1, con 1 558  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Del mismo modo, los valores máximos horarios también se presentaron en el punto KPA1 con 2 172  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Los niveles encontrados en este punto de muestreo, estarían relacionados con la actividad dentro del campamento como el tránsito de vehículos.

**Cuadro 3.11**  
**Resultados del muestreo de calidad de aire**  
**Monóxido de Carbono (CO)**

Punto	Ubicación		Promedio móvil 8 horas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	D.S N° 074-2001	Máxima horaria ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	D.S N° 074-2001
				Estándar de calidad de aire - promedio 8 horas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Estándar de calidad de aire ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )- máxima horaria
KPA1	Campamento La Zanja	(a)		10 000	848	30 000
		(b)	1 558		2 172	
KPA2	Caserío La Zanja	(a)		10 000	1 862	30 000
		(b)	1 225		1 511	
KPA3	Centro poblado menor de Pisit	(a)		10 000	1 994	30 000
		(b)	904		1 548	

(a) Valores registrados por Knight Piésold (diciembre 2003)

(b) Valores registrados por Knight Piésold (septiembre 2006)

Cada muestreo se realizó sobre la base de 24 horas

**Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)**

Los valores de concentración de NO<sub>2</sub> se presentan en la Cuadro 3.12 y el Gráfico 3.13.

**Cuadro 3.12**  
**Resultados del muestreo de calidad de aire**  
**Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>)**

Punto	Ubicación		Promedio de medición (µg/m <sup>3</sup> )	D.S N° 074-2001	Máxima horaria (µg/m <sup>3</sup> )	D.S N° 074-2001
				Estándar de calidad de aire - promedio anual (µg/m <sup>3</sup> )		Estándar de calidad de aire (µg/m <sup>3</sup> )- máxima horaria
KPA1	Campamento La Zanja	(a)		100	75,0	200
		(b)	21,9		48,5	
KPA2	Caserío La Zanja	(a)		100	71,0	200
		(b)	14,0		25,0	
KPA3	Centro poblado menor de Pisit	(a)		100	66,0	200
		(b)	10,5		19,8	

(a) Valores registrados por Knight Piésold (diciembre 2003)

(b) Valores registrados por Knight Piésold (septiembre 2006)

Cada muestreo se realizó sobre la base de 24 horas

Durante el último muestreo, los niveles de concentración variaron entre 10,5 - 21,9 µg/m<sup>3</sup> para el promedio del periodo de registro (24 horas) y entre 19,8 - 48,5 µg/m<sup>3</sup> para la máxima concentración horaria. En ambos casos, los niveles más altos correspondieron al punto KPA1.

Las concentraciones de NO<sub>2</sub>, tanto para el promedio en 24 horas (200 µg/m<sup>3</sup>) como para la máxima horaria (100 µg/m<sup>3</sup>), cumplen con los estándares establecidos por el D.S. N° 074-2001- PCM.

### **Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)**

Los valores de concentración de SO<sub>2</sub> se presentan en el Cuadro 3.13 y el Gráfico 3.14. Los niveles registrados en todos los puntos de muestreo estuvieron por debajo de los estándares establecidos por el D.S. N° 074-2001-PCM: 365 µg/m<sup>3</sup> tanto para el promedio en 24 horas como para el promedio anual.



**Cuadro 3.13**  
**Resultados del muestreo de calidad de aire**  
**Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>)**

Punto	Ubicación		Promedio en 24 horas (µg/m <sup>3</sup> )	D.S N° 074-2001	D.S N° 074-2001
				Estándar de calidad de aire - promedio 24 horas (µg/m <sup>3</sup> )	Estándar de calidad de aire - promedio anual (µg/m <sup>3</sup> )
KPA1	Campamento La Zanja	(a)	0,04	365	80
		(b)	18,80		
KPA2	Caserío La Zanja	(a)	0,04	365	80
		(b)	16,70		
KPA3	Centro poblado menor de Pisit	(a)	0,31	365	80
		(b)	13,70		

(a) Valores registrados por Knight Piésold (diciembre 2003)  
(b) Valores registrados por Knight Piésold (septiembre 2006)  
Cada muestreo se realizó sobre la base de 24 horas

Los resultados del último muestreo para los promedios en 24 horas variaron entre 13,7 - 18,8 µg/m<sup>3</sup>. El mayor valor se encontró en el punto de muestreo KPA1, que sería consecuencia de las actividades del campamento, como los gases de combustión de los vehículos.

### **3.1.4 Ruido y vibración**

Para determinar los niveles de ruido y vibración en el área de influencia del proyecto, la empresa Ingeniería en Control Acústico Ltda. Elaboró, a solicitud de Knight Piésold, el estudio Evaluación de Impacto Acústico - Proyecto La Zanja, el mismo que se presenta en el Anexo E.

Los principales objetivos del estudio fueron:

- Establecer una línea base de los niveles de ruido y vibración en los sectores potencialmente afectados por las actividades del Proyecto La Zanja.
- Evaluar los niveles actuales en zonas sensibles, a fin de compararlos con lo exigido por las normas o recomendaciones asociadas a ruido y vibraciones.
- Evaluar la influencia actual del ruido en la fauna silvestre del sector.

Las mediciones de ruido se realizaron en conformidad con la norma ISO 1996, establecida para mediciones de ruido al exterior de recintos. Las mediciones de vibración se realizaron siguiendo los procedimientos indicados en la Norma ISO 2631, Parte 2. Debido a la dificultad de acceso y la baja densidad de población del sector, no hay fuentes de ruido ni vibraciones significativas. Tanto es así que durante el período de medición no se observó la presencia de vehículos que circularan por los sectores evaluados. Se considera como área de influencia del proyecto a aquella zona próxima a las zonas donde se puedan alterar las condiciones acústicas, en el entorno de la futura zona de operación y el área comprendida a no más de 100 m del eje del camino por donde circularán los vehículos.

Las vías de transporte pasan por varias zonas con distinta densidad poblacional, como las localidades de Gordillos, caserío La Zanja y Pisit, todos pertenecientes al departamento de Cajamarca. Para evaluar el nivel de ruido y vibraciones en estos sectores se instalaron siete puntos de medición (Figura 3.4), en los lugares más sensibles como viviendas, centros educativos, casas comunales, lugares consagrados al culto (templos), o aquellos que por su cercanía al eje vial representen un punto sensible a proteger. Estos puntos de muestreo configuran una red de densidad adecuada de mediciones, permiten representar y caracterizar los actuales niveles de ruido y vibraciones en todas las zonas a evaluar.

Las mediciones de presión sonora fueron realizadas en el período diurno para todos los puntos de medición y las mediciones nocturnas se realizaron donde fue posible obtener autorización de los lugareños para ingresar a sus terrenos. La duración de cada medición varió en un intervalo de tiempo de 10 a 20 minutos y el resultado se basó en la integración del ruido registrado en dicho intervalo, según se establece en el procedimiento de medición de las normas utilizadas.

Para la evaluación de los niveles de ruido se utilizó el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido – D.S. N° 085-2003-PCM. Sin embargo, esta norma no establece procedimientos de medición y evaluación, definiendo para estos efectos las siguientes disposiciones transitorias:

- Norma ISO 1996-1:1982: Acústica - Descripción y mediciones de ruido ambiental, Parte I: Magnitudes básicas y procedimientos.
- ISO 1996-2:1987: Acústica - Descripción y mediciones de ruido ambiental, Parte II: Recolección de datos pertinentes al uso de suelo.

Con estos antecedentes y de acuerdo con lo verificado en el terreno, los puntos evaluados pertenecen a la categoría Zona Residencial; la evaluación para períodos diurnos y nocturnos se presenta en los Cuadros 3.14 y 3.15. El sector donde se emplazará el Proyecto La Zanja presenta registros bastante por debajo de los límites de ruido establecidos.

**Cuadro 3.14**  
**Evaluación de los resultados de la línea base de ruido para el periodo diurno**

Punto	Sector	Ruido en dB(A)			Límite permitido *	Evaluación
		Leq	Lmin	Lmax	dB(A)	
1	Gordillos	28,7	22,9	41,9	60	Cumple
2	Camino a Pisit	36	30,5	50,5	60	Cumple
3	La Zanja (mañana)	29,4	22,8	40,3	60	Cumple
3	La Zanja (tarde)	44,2	27,5	61,7	60	Cumple
4	San Lorenzo alto	28,4	19,6	48,8	60	Cumple
5	Parte alta quebrada Bancuyoc – Vivienda al costado del camino 1	27,1	19,3	46	60	Cumple
6	Parte alta quebrada Bancuyoc – Vivienda al costado del camino 2	35,6	24,9	50,5	60	Cumple
7	Anexo San Pedro	37,1	30,1	46	60	Cumple

\* D.S. N° 085-2003-PCM, Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

Leq = Nivel continuo equivalente

Lmin = Niveles mínimos

Lmax = Niveles máximos

**Cuadro 3.15**  
**Evaluación de los resultados de la línea base de ruido para el periodo nocturno**

Punto	Sector	Ruido en dB(A)			Límite permitido*	Evaluación
		Leq	Lmin	Lmax	dB(A)	
2	Camino a Pisit	33	27,5	47	50	Cumple
3	La Zanja	30,9	24,7	48,9	50	Cumple
5	Parte alta quebrada Bancuyoc – Vivienda al costado del camino 1	30,4	23,6	46	50	Cumple
7	Anexo San Pedro	30,1	23,4	49,6	50	Cumple

\* D.S. N° 085-2003-PCM, Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

Leq = Nivel continuo equivalente

Lmin = Niveles mínimos

Lmax = Niveles máximos

Para realizar la evaluación de los niveles de vibración se utilizó la norma ISO 2361, que fija los máximos niveles de vibración por bandas de tercio de octava (entre los 0,8 y los 80 [Hz]). Se utilizó la curva base (curvas basales de vibración ISO 2631), la más exigente, usada para evaluar vibraciones continuas en recintos de alto grado de protección, para luego comparar los resultados con los niveles de aceleración obtenidos en el terreno. Esta evaluación se realizó en los puntos usados para la evaluación de ruidos; se realizaron mediciones diurnas y nocturnas. En la Cuadro 3.16 se presenta la evaluación de vibraciones de acuerdo con lo establecido en la norma ISO 2361.

**Cuadro 3.16**  
**Evaluación de las vibraciones según la Norma ISO 2361**

Punto de evaluación	Nivel de aceleración equivalentes	Evaluación según Norma ISO 2361
	dB ref: $10^{-6}$ [m/s <sup>2</sup> ]	
1	69,3	Cumple
2	69,1	Cumple
3	69,3	Cumple
4	69,6	Cumple
5	69,1	Cumple
6	74,2	Cumple
7	69,5	Cumple

Los resultados presentados en esta tabla corresponden al cruce de los espectros de la señal de vibración con una curva patrón (Anexo E - Informe acústico)

Todos los registros mostraron que los niveles de vibración actuales están por debajo de lo permitidos por la norma, esto se debe principalmente a la solidez de las estructuras y al bajo flujo vehicular existente.

### **3.1.5 Geología**

#### **3.1.5.1 Geomorfología**

Geomorfológicamente, el área del Proyecto La Zanja forma parte del contrafuerte occidental andino del norte del Perú, en el sistema de drenaje de aguas que vierten hacia el océano Pacífico. El área en estudio presenta una fisiografía compleja, conformada por numerosas quebradas cuyas laderas presentan gradientes pronunciadas y espacios relativamente planos ubicados en las zonas altas por encima de los 3 500 m de altitud que se conocen como Superficie Puna, tal es el caso de la pampa Del Bramadero.

Dentro de las quebradas principales figuran El Cedro, Pisit, río Blanco, San Lorenzo así como las quebradas Puntillo y La Colpa. En particular, la quebrada El Cedro ha desarrollado laderas muy empinadas con pendientes variables entre 50 a 80% en contraste con el cambio brusco de la pampa Del Bramadero que presenta pendientes variables entre 6 y 12%. Los principales cerros que se observan en los alrededores del área del proyecto son: Chinchimal (3 600 m), Alcaparrosa (3 600 m), Garay (3 800 m) y Culaque (3 800 m), con desniveles que varían entre 200 y 400 m, con respecto a las planicies.

En general, el Proyecto La Zanja desarrollará sus operaciones en la parte alta de esta formación fisiográfica, la cual se extiende entre los 3 000 y los 3 600 m, en dos áreas laterales superiores denominadas San Pedro Sur y Pampa Verde. En la parte alta, el relieve es poco accidentado y está rodeado por cerros en donde se presentan afloramientos rocosos de estratificaciones moderadas, modeladas por varias etapas de erosión y la alteración hidrotermal in-situ en las rocas.

Las planicies o Superficie Puna están dominadas por la presencia de bofedales poco profundos debido a la baja permeabilidad de las tobas volcánicas de grano medio a fino, cuya alteración hidrotermal y la consiguiente meteorización han producido suelos de matriz arcillosa que a su vez actúan como una barrera al agua, pudiendo encontrarse también suelos de naturaleza argílica.

### **3.1.5.2 Geología regional**

En el área del proyecto se presentan afloramientos de rocas de origen volcanoclásticos, que consisten en una secuencia de tufos y lavas, de naturaleza andesíticas, dacíticas y riolíticas, pertenecientes a las formaciones Llama, Porculla y Volcánicos Huambo. De acuerdo con el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET – 1985), las edades geológicas de estas rocas varían entre el Eoceno Superior al Mioceno Superior y Plioceno Tardío. En los alrededores del área del proyecto, existen también cuerpos subvolcánicos asociados con un evento volcánico-magmático contemporáneo a los depósitos piroclásticos (Figura 3.5).

El Volcánico Llama consiste principalmente de una secuencia gruesa de piro-clásticos y derrames, la litología está representada por brechas andesíticas de color morado oscuro, derrames o lavas andesíticas porfiríticas gris verdoso y gris azulado y tufos dacíticos de varios colores. El volcánico Porculla consiste de un grosor considerable de lavas afáníticas dacíticas con intercalaciones de tufos piro-clásticos que son generalmente más abundante que los derrames. El volcánico Huambo está compuesto por tobas y brechas de composición mayormente ácida, donde presentan minerales de cuarzo de hasta 3 mm de diámetro y

cristales ehuedrales de biotita en una matriz feldespática que probablemente corresponde a una toba dacítica.

Sobre la secuencia volcanoclástica e influenciado por los cuerpos subvolcánicos, se han desarrollado yacimientos metálicos, como el de San Pedro Sur, definido como un epitermal tipo “High Sulfidation”. Este tipo de yacimiento, se caracteriza por presentar un zoneamiento marcado de alteración hidrotermal, de silicificación en la parte central y gradación a rocas argílicas hacia los bordes (Figura 3.6).

### ***3.1.5.3 Geología local***

En el área del Proyecto La Zanja a nivel local, afloran principalmente rocas volcánicas piroclásticas y derrames de la Formación Llama y rocas volcánicas de la Formación Porculla; las rocas de la Formación Huambo afloran al noroeste del área del proyecto fuera de los límites del desarrollo de las operaciones. En vista que se ha establecido que la caldera del volcán que estuvo activo durante el terciario se ubica en la quebrada El Cedro, se han reconocido rocas en varias secuencias que son descritas a nivel local en los siguientes ítems:

#### ***Secuencia de borde de caldera***

Tufos cristalolíticos afloran extensamente en el área del yacimiento; son tufos moderadamente soldados que presentan fragmentos líticos de diferente tamaño y cristales de cuarzo en una matriz generalmente silicificada. Su composición varía de tufos dacíticos a riódacíticos.

Tufos ignimbríticos con textura fiámica, afloran en el sector norte y noreste del yacimiento, son de composición andesítica a dacítica, presentan textura fiámica y porfirítica; existen delgados horizontes de tufos de lapille intercalados con éstos. El bandeamiento de flujo observado es generalmente hacia afuera del borde de la depresión de la caldera. Por lo general, se presentan menos alterados que el resto de la secuencia.

#### ***Secuencia intra caldera***

Se han reconocido rocas de facies intra caldera en el yacimiento. Al noreste, cerca al cerro Chinchimal, se presentan rocas laminares de chert silíceo. Además, la secuencia de brechas de flujo y depósitos de avalanchas que ocurren en la depresión tectónica, identifican claramente a esta secuencia.

#### ***Domos e intrusiones subvolcánicas***

Se tiene varias evidencias de intrusiones intraminerales de domos y stocks subvolcánicos que afectan la secuencia de tufos. En el cerro Alcaparrosa se presenta una serie dómica de

composición riolítica, reconocida por texturas de flujo en los bordes y auto brechas en los contactos.

En la parte sur del área de San Pedro Sur, aflora una roca porfirítica de composición intermedia (cuarzo-feldespato-biotita) que corta la secuencia volcánica con algunas intrusiones de brechas en los bordes. Por lo general, esta litología se muestra alterada, variando de silicificación a argilización avanzada. La expresión superficial de esta roca es una fuerte lixiviación supérgena de los feldespatos que simulan una textura “vuggy sílica”.

Brechas volcánicas afloran al suroeste del área de San Pedro Sur y se presentan en los contactos entre los domos y los tufos soldados. Son brechas formadas por fragmentos silicificados y alterados de rocas de fragmentos piroclásticos. Ocurren asociados a domos endógenos que representan sus bordes y canales alimentadores.

#### **3.1.5.4 Alteraciones hidrotermales**

Los yacimientos San Pedro Sur y Pampa Verde, están definidos como un epitermal de alta sulfuración con un zoneamiento marcado y definido por PIMA (M. Miranda, 1999), de silicificación en la parte central, variando a argílica avanzada (cuarzo-alunita-caolinita; cuarzo-dickita-alunita y cuarzo-caolinita-alunita) y gradando hacia argílica intermedia (cuarzo-illita-smectita) y argílica en los bordes (caolinita-illita y illita-smectita-sericita). Las alteraciones hidrotermales se presentan en la Figura 3.6.

#### **Silicificación**

La silicificación ocupa la parte central del yacimiento, donde se concentran los mejores valores de oro. Su distribución está controlada estructuralmente por fallas normales subverticales de rumbo noroeste (NO). Afecta generalmente los tufos cristalolíticos soldados y se manifiesta en las siguientes formas, según los estudios al microscopio:

- Cuarzo I: cristales primarios en textura porfirítica
- Cuarzo II: matriz finamente silicificada
- Cuarzo III: intercrecimiento de cuarzo en bordes de cavidades y fracturas
- Cuarzo IV: microvenillas de cuarzo gris cortando la secuencia

La zona silicificada no muestra una continuidad prolongada con profundidad, estrangulándose paulatinamente hasta delgadas estructuras, tal como se ha podido confirmar con los sondeos realizados.

### ***Argilización avanzada***

Se manifiesta en los halos de las zonas silicificadas, se caracteriza por los siguientes ensambles: Cuarzo – alunita - dickita; cuarzo – caolinita - alunita y cuarzo – dickita - alunita (PIMA), los mismos que varían de acuerdo con su termometría de formación. Se ha determinado tres generaciones de alunita:

- Alunita 1: alunita primaria reemplaza a los feldespatos
- Alunita 2: asociado al cuarzo en microvenillas
- Alunita 3: alunita de formación exógena en cavidades y relleno de fracturas.

### ***Argilización intermedia***

Forma la parte periférica del yacimiento, se caracteriza por los ensambles: illita-smectita; caolinita-illita e illita-smectita-sericita (PIMA). Por lo general, en este tipo de alteración decrecen los valores de oro. Se le reconoce también afectando los domos intramineral y postmineral.

### ***Características geoquímicas generales de las rocas argílicas***

Las rocas argílicas corresponden a tobas volcánicas que han sido alteradas hidrotermalmente, con desarrollo de arcilla argílica y piritita y/o minerales de sulfuros afines. En el campo, las rocas argílicas se presentan en forma de lentes de unos metros y en forma de cuerpos de cientos de metros; son de color gris y gris verdoso característico, de grano medio a fino, se presentan meteorizadas y son de baja resistencia compresiva.

Estas rocas generalmente son de baja permeabilidad por su composición arcillosa y actúan como una barrera al agua. Por ello, en terrenos topográficamente planos o depresiones, forman bofedales. Es importante indicar que estos materiales son potencialmente generadores de drenaje ácido cuando están expuestos a la intemperie y la humedad.

#### ***3.1.5.5 Geología estructural***

El tectonismo principal de la zona está marcado por la fase Quichuana II, de la evolución tectónica andina, que se manifiesta por suaves plegamientos y estructuras regionales NO. Más sutiles y de difícil identificación son las estructuras NE y NS.

En el área de San Pedro Sur, la tectónica es de tipo compresivo y ha afectado el borde de la Caldera La Zanja. Este evento ha desarrollado una zona fracturada muy permeable, por donde se ha manifestado el sistema convectivo de soluciones hidrotermales mineralizantes. Esta zona de 300 a 500 m de ancho y 600 m de longitud con una orientación preferencial N70-



80°O, se caracteriza por un intenso cizallamiento que ha producido una zona con fuerte fracturamiento con relleno de limonitas, vetillas de sílice – óxidos de fierro y brechas tectónicas subparalelas a la orientación principal.

En la Figura 3.5, se observan tres sistemas de estructuras principales, de orientación aproximada según su importancia N45°O, N-S y N45°E respectivamente. Las fallas Vizcachas, Pincullo, Cuyoc y Corrales son representativas del primer sistema, las fallas Pisit, Campanario y Cedro representan el segundo sistema y la falla Río Blanco sería representativa del tercer sistema de fallas. Estas estructuras tienen relación con la orientación de las quebradas.

Con respecto a estructuras menores como fracturas, durante la investigación en el área de la plataforma de lixiviación San Pedro Sur, se identificaron tres sistemas de fracturas principales. El primer sistema de orientación NE y buzamiento 72° a 74° SE son de trazas muy persistente y se encuentran relacionadas con microfallas con presencia de estrías subhorizontales. El segundo sistema tiene una orientación E-O y buzamiento 90° a 85° SO, también de traza persistente mayor que 20 m, el cual también se encuentra relacionado a microfallas con presencia de estrías. El tercer sistema de fracturas tiene una orientación NO y buzamiento de 65° a 87° SO, de traza poco persistente, el cual también se encuentra relacionado con microfallas con presencia de estrías. En el área de la futura plataforma de lixiviación también se ha identificado estructuras de pseudoestratificación de orientación N10° a 20°O y buzamiento 16° a 22° NE, son de poca persistencia, espaciado de 5 a 80 cm, rugosas y mayormente cerradas.

#### **3.1.5.6 Geodinámica externa**

Para evaluar el riesgo de geodinámica externa, se ha analizado la información referente a la geología, características geomorfológicas del área de emplazamiento de los componentes del Proyecto La Zanja y la generada como resultado de la visita del sitio efectuada para realizar las investigaciones geotécnicas necesarias para el diseño de las estructuras.

De esta evaluación se establece que en el área del proyecto, desde el punto de vista de la geodinámica externa, no existe ningún riesgo significativo en cuanto a fenómenos naturales como huaycos, aluviones, inundaciones ni otros fenómenos de desplazamiento de masas, debido a la configuración de la zona, a la topografía del área, a la vegetación continua de ichu y pastizales y a las condiciones geológicas geotécnicas favorables existentes. Asimismo, no se observa en el área ningún rasgo de fenómenos de desplazamiento de suelos, tampoco cicatrices de deslizamientos antiguos. El área de la cuenca aportante donde se ubicarán las

estructuras del proyecto es reducida, ya que la ubicación de dichas estructuras se encuentra cerca de la divisoria de aguas. Estos antecedentes indican que los procesos geodinámicos no tendrán influencia sobre los componentes del proyecto (Figura 3.6).

Sin embargo, en las planicies de la pampa Del Bramadero, en los cauces de las quebradas y en algunas depresiones de las laderas, se presentan bofedales de espesores variables de 1 a 4 m de profundidad y afloramientos de agua (manantiales). Durante la construcción de las estructuras es posible que se presenten inconvenientes relacionados principalmente a los bofedales y afloramientos de agua superficial, los mismos que podrían influir en la estabilidad de las estructuras consideradas en el proyecto. Por lo tanto, será necesario diseñar sistemas de subdrenajes adecuados, para mantener rebatido el acuífero subterráneo por debajo de la fundación de las estructuras.

Asimismo, es importante mencionar que durante la etapa de construcción es posible que se generen sedimentos e inestabilidades sobre las pilas de los materiales de corte. Por otro lado, los lugares de mayor impacto serán los sitios de cruce de la carretera con el curso de algunas quebradas pequeñas, pues en estos puntos podría generarse procesos de desestabilización de laderas, estancamiento de las aguas, entre otros, producto de la construcción de estructuras en general. Con la finalidad de mitigar estos impactos, en el estudio de ingeniería de detalle se deberán establecer los procedimientos adecuados de manejo de sedimentos y aguas superficiales con la finalidad de tener algunas medidas de control general.

### **3.1.6 Sismicidad**

El Perú se encuentra ubicado en una zona de gran actividad sísmica conocida como el Círculo de Fuego del Pacífico donde han ocurrido más del 80% de los eventos sísmicos en el mundo. La vulnerabilidad sísmica del Perú hace necesario la evaluación del riesgo sísmico en el área del proyecto, relacionado con la respuesta estructural.

De acuerdo con lo propuesto por la Nueva Norma de Diseño Sismorresistente E.030, del Reglamento Nacional de Edificaciones (junio - 2006), en el territorio peruano se han establecido diversas zonas sísmicas, las cuales presentan diferentes características de acuerdo con la mayor o menor ocurrencia de sismos. En virtud a esta norma el área del Proyecto La Zanja se ubica en la Zona 3, que corresponde a una zona con sismicidad alta (Figura 3.7).

Con respecto a fallas activas relacionadas con el área del proyecto, sólo se han identificado fallas a distancias mayores de 100 km. Algunas de estas fallas, como el sistema Rioja-Moyobamba, representan fuentes continentales donde se generan sismos fuertes y poco

profundos. Otros como la falla activa de la Cordillera Blanca, generan sismos muy fuertes con intervalos de recurrencia muy largos. En todos estos casos, se estima que la atenuación a lo largo de 200 km reduce notablemente el riesgo de altas intensidades en la zona del proyecto.

Los sismos de la zona de subducción de la costa, los que ocurren en la zona de transición sismotectónica de Huancabamba (Deflexión de Huancabamba), y los sismos intraplaca que ocurren en la zona de Chachapoyas, Moyobamba, Rioja, etc., son los potencialmente más peligrosos para el proyecto. Con la finalidad de conocer detalladamente el riesgo sísmico del área del Proyecto La Zanja, Minera La Zanja encargó al Ing. Ernesto Deza Marquez, en diciembre de 2004, efectuar el estudio de riesgo sísmico detallado del área del proyecto. Este estudio se presenta en el Anexo F y a continuación se presenta un resumen del mismo.

La sismicidad histórica y las isosistas de los sismos más importantes muestran que en la zona de estudio se han producido movimientos sísmicos con intensidades de hasta VI y VII grados en la escala Mercalli Modificada (MM) producto de la actividad sísmica de la zona de subducción y de la zona subandina.

En el análisis determinístico de riesgo sísmico se ha considerado la ocurrencia de sismos localizados en la zona de subducción costera y en la zona de subducción intermedia debajo del continente. Los resultados muestran que para el caso de sismo extremo, el área del Proyecto La Zanja estaría expuesta a aceleraciones máximas de hasta 0,30 g, originado por la actividad sísmica en el área sismogénica oceánico-costera, frente a Lambayeque. Esta aceleración máxima determinística tiene un periodo de retorno aproximadamente de 1 555 años.

En el análisis probabilístico de riesgo sísmico se ha considerado las fuentes sismogénicas como áreas. Para el sismo de diseño de las estructuras en el área del Proyecto La Zanja se recomienda utilizar los valores de aceleración máxima para un evento de 500 años de periodo de retorno, con una probabilidad de excedencia de 50%; para este evento, la aceleración horizontal máxima es de 0,273 g en el basamento rocoso o terreno firme. Para estructuras con vida útil menor que 500 años, para seleccionar la aceleración horizontal, se podrá utilizar la figura 9 del Anexo F, donde se muestra las aceleraciones sísmicas horizontales para periodos de retorno desde 25 años hasta 500 años.

De acuerdo con los resultados obtenidos de los análisis determinísticos y probabilístico del estudio de riesgo sísmico detallado, se recomienda utilizar como sismo de diseño el valor de aceleración máxima horizontal correspondiente al evento de 500 años de periodo de retorno, equivalente a 0,273 g, para todas las estructuras del proyecto localizadas en roca o suelo firme.

Para el método de diseño pseudo-estático de taludes y muros, se recomienda un valor de 0,204 g para el coeficiente sísmico lateral en la zona del Proyecto La Zanja.

### **3.1.7 Suelos**

#### **3.1.7.1 Clasificación de suelos de acuerdo con el sistema Soil Taxonomy**

En el área de estudio se identificaron diez unidades de suelos las cuales han sido agrupadas taxonómicamente y descritas como Sub-Grupos, de acuerdo con el sistema de taxonomía de suelos Soil Taxonomy, desarrollado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, siglas en inglés). Por razones prácticas y de fácil identificación se les ha asignado un nombre común (Tabla 3.2). Estas unidades de suelos, definidas al nivel categórico de subgrupo, han sido delimitadas en el mapa de suelos (Figura 3.8) mediante las unidades cartográficas denominadas consociaciones y asociaciones de subgrupos. Para cada asociación se indica la proporción (%) en que interviene cada unidad de suelo.

Para una mejor delimitación de las unidades cartográficas ha sido necesario emplear fases; la pendiente es la fase escogida para este propósito. El concepto fase por pendiente se refiere a la inclinación que presenta la superficie del suelo con respecto a la horizontal y está expresada en porcentaje.

Para los fines del presente estudio, se han determinado seis rangos de pendiente, los cuales se indican en el Cuadro 3.17.

**Cuadro 3.17**  
**Inclinación del suelo en fases por pendiente**

<b>Término descriptivo</b>	<b>Rango (%)</b>	<b>Símbolo</b>
Plana a Ligeramente inclinada	0 – 4	A
Moderadamente inclinada	4 – 8	B
Fuertemente inclinada	8 – 15	C
Moderadamente empinada	15 – 25	D
Empinada	25 – 50	E
Muy Extremadamente empinada	>50	F

### **Consociaciones**

#### **Suelo Pisit (Pi)**

Son suelos originados a partir de depósitos de materiales aluviales, agrupa a suelos profundos, estratificados, de perfil tipo AC, con epipedón ócrico, sin horizonte subsuperficial de diagnóstico, textura media a moderadamente gruesa. El drenaje natural es bueno a algo excesivo. Presentan un pH extremadamente ácido (3,02 a 3,73), alto contenido de aluminio,

con saturación de bases menor de 5%. Estas condiciones sumadas a los altos contenidos de materia orgánica y nitrógeno total, bajo de fósforo y medio de potasio disponible, determinan una fertilidad natural media a baja de la capa arable.

El suelo Pisit ha sido mapeado en la fase por pendiente: moderadamente Inclinada Pi/B (4 - 8%).

#### Suelo Campana (Cp)

Son suelos originados a partir de materiales coluviales y coluvio-aluvionales. Presentan un epipedón úmbrico, de textura media a moderadamente fina; algunos perfiles presentan gravas y gravillas dentro del mismo en una proporción 2 a 40%; suelos moderadamente profundos a profundos con perfil tipo AC y/o ABCR y con sub-horizonte de diagnóstico cámbico; de color pardo grisáceo muy oscuro, a pardo amarillento claro. El drenaje natural es generalmente bueno a moderado. Presentan un pH menor a 4,03 y esta acidez está relacionada generalmente con el alto contenido de materia orgánica y en el caso de algunos perfiles, a la presencia de aluminio cambiante en una proporción de 80 a 90% en los horizontes inferiores. Estas condiciones, sumadas a los contenidos: alto de materia orgánica, bajo a medio de fósforo y bajo a alto de potasio disponible, determinan una fertilidad natural media a baja en su capa arable.

#### Suelo Bramadero (Br)

Suelos originados a partir de materiales coluvio-aluvionales, con influencias del material volcánico subyacente de andesitas lávicas o meta andesitas, gris verdosas con chispa de pirita, con presencia de tobas de composición andesíticas. Son suelos con epipedón úmbrico, de textura media a moderadamente fina, algunos perfiles presentan gravas y gravillas dentro del perfil en una proporción 10 a 30%, moderadamente profundos a profundos, perfil tipo ABC y/o ABCR, con sub-horizonte de diagnóstico cámbico (Bw); de colores negro a pardo grisáceo muy oscuro, sobre pardo amarillento claro a gris claro. El drenaje natural es generalmente bueno a moderado. Presentan un pH menor a 4,23 esta acidez esta relacionada generalmente al alto contenido de materia orgánica y a la presencia de aluminio cambiante en una proporción de 90 a 95% en los horizontes inferiores. Estas condiciones, sumadas a los contenidos: alto de materia orgánica, bajo a medio de fósforo y bajo a alto de potasio disponible, determinan una fertilidad natural media a baja.

### **Asociaciones**

#### Asociación Bramadero –Bofedal (Br - Bo)

Es una asociación conformada por suelos de las unidades edáficas Bramadero y Bofedal, en una proporción de 70 y 30% respectivamente, originados a partir de materiales coluviales, coluvio-aluviales y fluvio glaciares. Se distribuye en laderas de colinas y montañosas con pendientes entre 4 - 8%. Conforman la fase por pendiente: B (4 - 8%).

#### Suelo Bofedal (Bo)

Constituido por miembros edáficos hidromórficos originados a partir de depósitos aluviales y fluvio-glaciares y que presentan perfil tipo OACg, con una capa orgánica en la superficie y epipedón ócrico; son superficiales a muy superficiales; de color negro o pardo grisáceo muy oscuro; de textura moderadamente gruesa. El drenaje natural es pobre a muy pobre, presentando napa freática en la superficie o de profundidad fluctuante a partir de los 30 cm.

Sus características químicas están expresadas por una reacción extremadamente ácida y una saturación de bases de 10%; estas condiciones, sumadas a un contenido de materia orgánica alto en los horizontes superficiales y a bajos niveles de fósforos y potasio disponibles, determinan una fertilidad natural media a baja.

#### Asociación Gordillos –Bofedal (Gd - Bo)

Está conformada por suelos de las unidades edáficas Gordillos y Bofedal, en una proporción de 70 y 30% respectivamente, originados a partir de materiales coluviales, coluvio-aluviales y fluvio glaciares. Se distribuye en las laderas de colinas y montañas con pendientes entre 4 - 8%. Conforman la fase por pendiente: B (4 - 8%).

#### *Suelo Gordillos (Gd)*

Son suelos originados a partir de materiales coluvio-aluvionales, con influencia del material volcánico subyacente de andesitas y brechas andesíticas, aunque en forma subordinada ocurren dacitas y riódacitas. Son generalmente suelos con epipedón úmbrico, muy oscuros; de textura media, presentan gravas y gravillas dentro del perfil en una proporción 20 a 40%; son moderadamente profundos a profundos, con perfil tipo AC y/o ABC, con sub-horizonte de diagnóstico cámbico; de colores pardo grisáceo muy oscuro, a pardo amarillento oscuro o a amarillo rojizo. El drenaje natural es generalmente bueno a moderado. Presentan un pH menor a 3,63 y esta acidez está relacionada generalmente al alto contenido de materia orgánica y a la presencia de aluminio cambiante < 7,80 me/100 g. Estas condiciones, sumadas a los contenidos: alto de materia orgánica, bajo a medio de fósforo y bajo a alto de potasio disponible, determinan una fertilidad natural media a baja de la capa arable.

Asociación Bramadero – Campana (Br - Cp)

Es una asociación conformada por suelos de las unidades edáficas Bramadero y Campana, en una proporción de 70 y 30% respectivamente, originados a partir de materiales coluviales y coluvio-aluviales. Se distribuye en las laderas de colinas y montañas, con pendientes entre 8 – 15%. Conformada la fase por pendiente: C (8 – 15%).

Asociación La viuda - Gordillos (LV - Gd)

Está conformada por suelos de las unidades edáficas La Viuda y Gordillos, en una proporción de 70 y 30% respectivamente, originados a partir de materiales coluviales, coluvio-aluviales y residuales. Se distribuye en las laderas de colinas y montañas, con pendientes entre 15 – 25%. Conformada la fase por pendiente: D (15 - 25%) y E (25 - 50 %).

*Suelo La Viuda (LV)*

Son suelos originados a partir de materiales coluviales y residuales de litología volcánica subyacente. Generalmente presentan epipedón úmbrico; de textura media, presentan gravas y gravillas dentro del perfil en una proporción 40%; son suelos superficiales con perfil tipo AC y/o ACR; de color pardo a pardo amarillento. El drenaje natural es generalmente bueno a moderado. Presentan un pH menor a 3,95 y un contenido de aluminio cambiante <8,30 me/100 g. Estas condiciones, sumadas a los contenidos: alto de materia orgánica, bajo de fósforo y potasio disponible, determinan una fertilidad natural baja.

Asociación La Zanja - Campana (LZ - Cp)

Esta asociación está conformada por suelos de las unidades edáficas La Zanja y Campana, en una proporción de 70 y 30% respectivamente; constituida por suelos originados a partir de materiales coluvio-aluviales y residuales. Se distribuye en laderas de colinas y montañas con pendientes entre 25 – 50%. Conformada la fase por pendiente: E (25 - 50%).

*Suelo La Zanja (LZ)*

Son suelos originados a partir de materiales coluviales y residuales y de litología volcánica subyacente de andesitas lávicas o meta andesitas, gris verdosas con chispa de piritita, con presencia de tobas de composición andesíticas. Son suelos con epipedón úmbrico; de textura media, presentan gravas y gravillas dentro del perfil en una proporción de 30%; son suelos superficiales con perfil tipo AC y/o ACR; son de color pardo a pardo amarillento. El drenaje natural es generalmente bueno. Presentan un pH menor a 3,80 y un contenido de aluminio cambiante <12,40 me/100 g. Estas condiciones, sumadas a los contenidos: alto de materia orgánica, bajo de fósforo y potasio disponible, determinan una fertilidad natural baja.

Asociación Campana - La Zanja (Cp - LZ)

Está conformada por suelos de las unidades edáficas Campana y La Zanja, en una proporción de 70 y 30% respectivamente, constituida por suelos originados a partir de materiales coluvio-aluviales y residuales. Se distribuyen en las laderas de colinas y montañas con pendientes entre 15 – 25%. Conforman la fase por pendiente: D (15 - 25%).

Asociación Pampa Suro - Campo Verde (PS - CV)

Conformada por suelos de las unidades edáficas Pampa Suro y Campo Verde, en una proporción de 70 y 30% respectivamente, originados a partir de materiales coluvio-aluviales y residuales. Se distribuyen en laderas de colinas y montañas con pendientes entre 8 – 25%. Conforman la fase por pendiente: C (8 - 15%) y d (15 – 25%).

*Suelo Pampa Suro (PS)*

Agrupar suelos coluviales y coluvio aluviales derivados a partir fragmentos de andesitas lávicas o meta andesitas, gris verdosas con chispa de pirita, con presencia de tobas de composición andesíticas, los cuales han sido transportados y mezclados por acción de la gravedad en combinación con otros procesos geomorfológicos. Agrupa a suelos moderadamente profundos, de perfil tipo ABC, con epipedón ócrico, con horizonte subsuperficial cambico de incipiente desarrollo, con una capa de material orgánico sobre la superficie del suelo de aproximadamente 50 cm, con fibra de sphagnum, provenientes de especies arbóreas, herbáceas o arbustivas o una combinación de ellas; textura media; fragmentos rocosos, gravas y gravillas dentro del perfil en una proporción de 30%. Presenta tonalidades de color variables, dominando el pardo amarillento oscuro y el pardo rojizo. El drenaje natural es moderado y la escorrentía superficial rápida.

Presentan un pH de 4,30 a 4,65, un porcentaje de saturación de bases bajo (<33%) y un porcentaje de saturación de aluminio alta (>60%). Dichas características, sumadas al alto contenido de materia orgánica y al bajo contenido de fósforo y potasio disponibles, determinan un nivel de fertilidad bajo a medio.

*Suelo Campo Verde (CV)*

Agrupar a suelos derivados a partir materiales residuales de andesitas lávicas o meta andesitas, gris verdosas con chispa de pirita, con presencia de tobas de composición andesíticas, las cuales han sido meteorizadas “in situ”. Se localizan en cimas y laderas de colinas y montañas. Agrupa a suelos moderadamente profundos a superficiales, de perfil tipo ABC, con epipedón ócrico, con horizonte subsuperficial cámbico de incipiente desarrollo y textura media (franco arenoso); presenta tonalidades de color variables, dominando el pardo oscuro variando al



pardo amarillento. El drenaje natural varía, siendo de moderado a bueno y la escorrentía superficial es rápida. Presentan un pH de 3,38 a 4,25, un alto contenido de aluminio cambiante, un porcentaje de saturación de bases bajo (<16%) y un porcentaje de saturación de aluminio alto. Estas condiciones, sumadas a los contenidos: alto de materia orgánica y bajo de fósforo y potasio disponibles, determinan un nivel de fertilidad medio a bajo.

#### Asociación Campo Verde - Pampa Suro - (CV - PS)

Está conformada por suelos de las unidades edáficas Campo Verde y Pampa Suro, en una proporción de 70 y 30% respectivamente; son suelos originados a partir de materiales coluvio-aluviales y residuales. Se distribuye en laderas de colinas y montañas con pendientes entre 8 – 50%. Conforman las fases por pendiente: C (8 - 15%), D (15 – 25%) y E (25 – 50%).

#### Asociación Campo Verde - El Cedro (CV - EC)

Asociación conformada por suelos de las unidades edáficas Campo Verde y El Cedro, en una proporción de 70 y 30% respectivamente; son suelos originados a partir de materiales coluvio-aluviales y residuales. Se distribuye en laderas de colinas y montañosas con pendientes > 75%. Conforman la fase por pendiente: F (> 75%).

#### *Suelo El Cedro (EC)*

Agrupar suelos derivados a partir de materiales residuales de andesitas lávicas o meta andesitas, gris verdosas con chispa de pirita, con presencia de tobas de composición andesíticas, las cuales han sido meteorizadas “in situ”. Se localizan en cimas y laderas de colinas y montañas con pendientes entre 15 – 75%. Agrupa a suelos superficiales, y moderadamente profundos (esporádicamente), son suelos de perfil tipo ABC, con epipedón ócrico, con horizonte subsuperficial cámbico de incipiente desarrollo, textura media; presenta tonalidades variables, dominando el pardo oscuro y el pardo rojizo variando al rojo amarillento; la clase textural es franca arenosa. El drenaje natural varía de moderado a bueno y la escorrentía superficial es rápida.

Presentan un pH de 3,21, un porcentaje de saturación de bases baja (<5%) y un porcentaje de saturación de aluminio alta. Estas condiciones, sumadas a los contenidos: alto contenido de materia orgánica y bajo de fósforo y potasio disponibles, determinan un nivel de fertilidad bajo.

#### Asociación El Cedro - Campo Verde (EC - CV)

Conformada por suelos de las unidades edáficas El Cedro y Campo Verde en una proporción de 70 y 30 %, respectivamente. Son suelos originados a partir de materiales coluvio-aluviales

y residuales. Se distribuyen en laderas de colinas y montañas con pendientes entre 15 – 75 %. Conforman las fases por pendiente: D (15 – 25%), E (25 – 50%) y F (> 75%).

Asociación El Cedro – Pampa Suro (EC - PS)

Conformada por suelos de las unidades edáficas El Cedro y Pampa Suro en una proporción de 70 y 30% respectivamente. Son suelos originados a partir de materiales coluvio-aluviales y residuales. Se distribuye en laderas de colinas y montañosas con pendientes entre 8 - 50 %. Conforman las fases por pendiente: C (8 – 15%), D (15 – 25%) y E (25 – 50%).

Asociación Del Panteón - Chuclupampa (DP - Chu)

Conformada por suelos de las unidades edáficas Del Panteón y Chuclupampa en una proporción de 70 y 30% respectivamente. Son suelos originados a partir de materiales coluvio-aluviales y residuales. Se distribuyen en laderas de colinas y montañosas con pendientes entre 8 – 50%. Conforman las fases por pendiente: C (8 - 15%), D (15 – 25%) y E (25 – 50%).

*Suelo Del Panteón (EC)*

Agrupar suelos coluviales y coluvio-aluviales derivados a partir de fragmentos de andesitas y brechas andesíticas, así como de dacitas y riódacitas, los cuales han sido transportados y mezclados por acción de la gravedad en combinación con otros procesos geomorfológicos. Se localizan en laderas de colinas y montañas con pendientes entre 8 - 50%. Agrupa a suelos moderadamente profundos, de perfil tipo ABC, con epipedón ócrico, con horizonte subsuperficial cámbico de incipiente desarrollo y textura media con fragmentos rocosos, gravas y gravillas dentro del perfil en un 40%. Presenta tonalidades variables, dominando el pardo rojizo oscuro y el pardo amarillento. La clase textural es franco arenoso. El drenaje natural varía de moderado a bueno y la escorrentía superficial es rápida. Presentan un pH de 3,04 a 4,09, un porcentaje de saturación de bases baja (< 9%) y un porcentaje de saturación de aluminio alta (>90%). Estas condiciones, sumadas a los contenidos: alto de materia orgánica y bajo de fósforo y potasio disponibles, determinan un nivel de fertilidad bajo.

*Suelo Chuclupampa (Chu)*

Son suelos originados a partir de materiales residuales localizados en las laderas de montañas volcánicas. Son moderadamente profundos y con una capa delgada de material orgánico que descansa sobre un horizonte A de 15 cm y de color negro. Son de textura franco, presentando gravillas dentro del perfil en una proporción de 10 %. Continúa con un horizonte con cierto desarrollo genético, perfil tipo ABwC y/o ACR; de textura media y sub-horizonte de diagnóstico cámbico (Bw); de colores amarillo pardusco a pardo oscuro. El drenaje natural es

bueno a moderado. Sus características químicas están expresadas por una reacción extremadamente ácida. Estas condiciones sumadas a los contenidos: alto a medio de materia orgánica y bajo de fósforo y potasio disponibles, determinan una fertilidad natural media a baja.

#### Asociación Chucllapampa – Misceláneo Roca (Chu - R)

Está conformada por los suelos Chucllapampa en una proporción de 70% y la unidad no edáfica Misceláneo Roca en una proporción de 30 %. Se distribuye dentro de un variado paisaje de laderas de colinas y montañas, así como depósitos coluvio-aluviales. Conforman las fases por pendiente: E (50 – 75%) y F (>75%).

#### *Suelo Misceláneo Roca (R)*

Está constituido por materiales rocosos o afloramientos líticos, áreas con abundante pedregosidad superficial y por suelos esqueléticos muy superficiales que no tienen ninguna aptitud de uso para fines agrícolas, pecuarios o forestales sino que constituyen las Tierras de Protección (X). Esta unidad no edáfica también ha sido cartografiada asociada con las unidades de suelos. El suelo misceláneo roca se presenta en sus fases por pendiente E (50 - 75%) y F (> 75%).

#### Asociación Campo Verde – Misceláneo Roca (CV - R)

Está conformada por los suelos Campo Verde en una proporción de 70% y la unidad no edáfica Misceláneo Roca en una proporción de 30%. Se distribuye dentro de un variado paisaje de laderas de colinas y montañas, así como depósitos coluvio-aluviales. Conforman las fases por pendiente: E (50 – 75%) y F (>75%). Las características de ambos componentes edáficos fueron descritas anteriormente.

#### Asociación La Viuda – Misceláneo Roca (LV - R)

Está conformada por los suelos La Viuda en una proporción de 70% y la unidad no edáfica Misceláneo Roca en una proporción de 30%. Se distribuye dentro de un variado paisaje de laderas de colinas y montañas, así como depósitos coluvio-aluviales. Conforman la fase por pendiente: F (>75%).

#### Asociación Misceláneo Roca – Pampa Suro (R - PS)

Está conformada por la unidad no edáfica Misceláneo Roca en una proporción de 70% y el suelo Pampa Suro en una proporción de 30 %. Se distribuye dentro de un variado paisaje de laderas de colinas y montañas. Conforman las fases por pendiente: E (50 – 75%) y F (>75%).

### **3.1.7.2 Clasificación de suelos según su capacidad de uso mayor**

Para la clasificación de suelos según su capacidad de uso mayor, se ha utilizado como información básica las características morfológicas, físicas y químicas de los suelos identificados, así como las condiciones ambientales en las que se han desarrollado. Se ha utilizado también el Reglamento de Clasificación de Suelos del Ministerio de Agricultura (D.S. N° 062-75-AG) con las ampliaciones establecidas por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) en el documento Clasificación de las Tierras del Perú. Este reglamento considera tres categorías: grupos de capacidad de uso mayor; clases de capacidad (calidad agrológica) y subclases de capacidad (factores limitantes).

#### ***Unidades de capacidad de uso mayor***

En el mapa de capacidad de uso mayor (Figura 3.9), las unidades cartográficas se encuentran integradas por una o varias categorías de uso. De acuerdo con lo establecido por la ONERN, los suelos se pueden clasificar de la siguiente manera:

##### Tierras aptas para cultivo en limpio (A)

Presenta las mejores características edáficas, topográficas y climáticas para establecer una agricultura de tipo intensivo, basándose en especies anuales o de corto período vegetativo, adaptadas a las condiciones ecológicas del medio.

##### Tierras aptas para pastos (P)

No reúne las condiciones edáficas, topográficas y ecológicas mínimas requeridas para cultivos intensivos o permanentes, pero sí para el sostenimiento de pasturas y, por tanto, para la actividad pecuaria.

##### Tierras aptas para producción forestal (F)

Este grupo de capacidad incluye aquellas tierras con severas limitaciones edáficas y topográficas que no reúnen las condiciones ecológicas requeridas para su cultivo o pastoreo, pero permiten su uso para la producción de maderas y otros productos forestales, siempre que sean manejadas en forma técnica para no causar deterioro en la capacidad productiva del recurso ni alterar el régimen hidrológico de la cuenca. Estas tierras podrán dedicarse a protección cuando el interés social del Estado lo requiera.

##### Tierras de protección (X)

Agrupar a las tierras que no presentan las condiciones edáficas, topográficas y climáticas mínimas necesarias para la explotación agropecuaria y/o forestal; quedando relegadas para

otros propósitos como áreas recreacionales, zonas de protección de vida silvestre, zonas de protección de cuencas, lugares de belleza escénica, etc.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis de suelos se determinaron diferentes clases y subclases de suelos para el área de estudio. Las características principales de las subclases determinadas se presentan en la Tabla 3.3.

En la Tabla 3.4 se muestra la clasificación de los suelos de acuerdo con su capacidad de uso mayor (CUM) y a la zonificación establecida anteriormente.

### ***3.1.7.3 Uso actual del suelo***

El estudio del uso del suelo en el área del Proyecto La Zanja, comprende la diferenciación de las diversas formas de utilización del suelo. En el área estudiada, el pastoreo de vacunos y el aprovechamiento del bosque en baja intensidad, constituyen el principal aprovechamiento de los recursos naturales, seguido de la actividad agrícola. El bosque viene sufriendo una constante presión por la extensión de las áreas agrícolas que luego se convierten en pastizales.

El área de estudio presenta condiciones de relieve y condiciones climáticas diversas; éstas varían desde ambientes cálidos húmedos y muy húmedos hasta templados fríos húmedos.

En general, los suelos son sometidos a diferentes presiones de uso que ocasionan su degradación constante. Se ha identificado una presión intensa en el uso de los suelos boscosos con fines de cultivos y pastoreo.

Los usos de los suelos se delinearón de acuerdo con el sistema de nueve categorías de la Unión Geográfica Internacional (UGI). Se adoptó este sistema debido a su carácter internacional.

De acuerdo con la cobertura del área de estudio, las categorías se dividieron en subcategorías para permitir la inclusión de los componentes principales y las funciones inherentes a los usos concretos que se encuentran en el campo. La vegetación natural se separó en clases debido a que el desarrollo del EIA involucró un estudio de flora y vegetación a mayor detalle. Las nueve grandes categorías de la UGI van en orden descendente, de acuerdo con la intensidad de uso del suelo y son las que se muestran en el Cuadro 3.18.

**Cuadro 3.18**  
**Categorías de uso de suelo**

<b>Nueve grandes categorías de la UGI</b>	<b>Grandes categorías utilizadas en el estudio</b>
1 Centros poblados	1 Terrenos Urbanos y/o Instalaciones Gubernamentales y Privadas.
2 Horticultura	2 No se ha podido separar cartográficamente por razones de escala. Está incluida en terrenos con vegetación cultivada.
3 Árboles y otros cultivos permanentes	3 No se ha podido separar cartográficamente por razones de escala. Está incluida en terrenos con vegetación cultivada.
4 Tierras de cultivos	4 Terrenos con Vegetación Cultivada
5 Pastos mejorados permanentes	5 No se ha podido separar cartográficamente por razones de escala. Está incluida en terrenos con praderas naturales.
6 Praderas no mejoradas	6 Terrenos con Praderas Naturales.
7 Tierras boscosas	7 Terrenos con Bosques.
8 Pantanos y ciénagas	8 No se ha podido separar cartográficamente por razones de escala. Está incluida en terrenos sin uso y/o improductivos.
9 Tierras improductivas	9 Terrenos Sin Uso y/o Improductivos.

Fuente: Unión Geográfica Internacional (UGI).

### ***Clasificación de uso actual del suelo***

#### Descripción de las unidades de uso actual del suelo

La clasificación del uso actual del suelo fue realizada teniendo como base la clasificación propuesta por la UGI, la cual considera 9 categorías. En el área de estudio, las categorías identificadas de acuerdo con la clasificación de la UGI, se muestran en el Cuadro 3.19.

**Cuadro 3.19**  
**Categorías de uso actual del suelo identificadas en el Proyecto La Zanja**

<b>Unidades</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Hectáreas</b>	<b>%</b>
<b>Terrenos Urbanos y/o Instalaciones Gubernamentales y Privadas</b>			
<b>- Zona Urbana</b>	ZU		
<b>Terrenos con Praderas Naturales</b>			
<b>- Vegetación de Páramo</b>			
· Pajonal – Césped de Puna	Pj - Cp	3 278,02	19,76%
· Pajonal - Bofedal	Pj - Bo	705,27	4,25%
· Pajonal – Sin Vegetación	Pj - SV	54,93	0,33%
<b>Terrenos con Bosques</b>			
<b>Bosques</b>			
· Bosque semidenso	Bsd	1 762,12	10,62%
· Bosque semidenso - Cultivos	Bsd - CV	156,52	0,94%
· Bosque semidenso - Sin Vegetación	Bsd - SV	276,72	1,67%
<b>Matorrales</b>			
· Matorral	Ma	1 047,32	6,31%
· Matorral - Cultivo	Ma - CV	2 612,61	15,75%
· Matorral - Pajonal	Ma - Pj	1 420,57	8,56%
· Matorral - Sin Vegetación	Ma - SV	1 357,03	8,18%
<b>Terrenos con Vegetación Cultivada</b>			
· Terrenos con Cultivos fraccionados	CV	1 919,16	11,57%
· Terrenos con Cultivos zonas frías	CV_f	71,31	0,43%
· Terrenos con Cultivos – Matorrales	CV - Ma	268,84	1,62%
· Terrenos con vegetación escasa - Cultivos	Ve - CV	1 490,70	8,98%
· Terrenos con Pastizales	Pz	88,78	0,54%
<b>Terrenos Sin Uso y/o Improductivos</b>			
· Sin vegetación – Matorral	SV - Ma	81,66	0,49%
<b>TOTAL</b>		<b>1 6591,57</b>	<b>100,00%</b>

***Terrenos urbanos y/o instalaciones gubernamentales y privadas***

Áreas ocupadas por el hombre (centros poblados) como zona urbana (ZU)

El ámbito de estudio abarca centros poblados como el caserío La Zanja, el centro poblado menor de Pisit, Chucllapampa, Pampa El Suro, El Cedro, El Molino, Tilla Pampa, La Chira, Pulán, Pan de Azúcar y El Triunfo. En estas áreas no se realizará ninguna actividad vinculada con el proyecto

***Terrenos con praderas naturales***

Categoría cartografiada dentro de la Vegetación de Páramo como Pajonal de Puna, Césped de Puna y Bofedal u Oconal. Estas comunidades vegetales se han cartografiado asociadas en porcentajes de 70 – 30%, según la dominancia de la comunidad vegetal o el área sin

vegetación. Se les localiza en la zona de estudio a partir de los 3 700 – 3 850 m.s.n.m. El Pajonal se asocia con áreas sin vegetación y con matorrales.

#### Vegetación de páramo

Se trata de áreas con vegetación que crece en suelos superficiales a profundos, son de textura media a moderadamente fina y con drenaje bueno a algo excesivo (predominancia de la escorrentía superficial) o en suelos de drenaje imperfecto a pobre que se presentan en las Zonas de Vida páramo muy húmedo a húmedo. Está conformada por pasturas naturales donde el factor climático, por la incidencia de climas fríos a semi fríos, constituye una limitación importante principalmente para aquellas pasturas mejoradas y ganado no adaptados a las condiciones ecológicas del páramo.

Los tipos de cobertura en el área lo conforman las comunidades vegetales: pajonal de puna, césped de puna y bofedal u oconal. Estas comunidades vegetales se encuentran también asociadas a áreas sin vegetación o matorrales; es decir, áreas donde las comunidades de flora se encuentran en pequeña escala sobre suelos rocosos o en la zona transicional de bosque húmedo a páramo.

Se ha identificado las siguientes unidades de uso:

#### *Pajonal de Puna (Pj) - Césped de Puna (Cp)*

Unidad cartográfica delimitada en áreas donde no ha sido posible separar ambas coberturas encontrándoseles asociadas en un 70% para la comunidad vegetal pajonal de puna y 30% para la unidad césped de puna. Esta comunidad vegetal se presenta por encima de los 3 600 m. Se caracteriza por ser baja, en donde las plantas muchas veces adquieren el porte almohadillado o en cojín, ocupando áreas más o menos horizontales y con drenaje moderado. Está conformada por plantas pequeñas, achaparradas, frecuentemente de la familia *Poaceae* (“pastos”) y por plantas arrojadas de las familias *Asteraceae* y *Rosaceae*, se puede decir que predominan plantas criptocaulas (con tallos muy cortos o aplicados fuertemente al suelo).

Se presentan como dominantes especies de Poáceas del género *Calamagrostis*, con pocas zonas con parches de *Festuca* sp., también encontramos hierbas arrojadas como *Alchemilla pinnata*. En algunas zonas muy poco extensas se registraron plantas de *Azorella* sp. “yareta”.

#### *Pajonal de Puna – Bofedal (Pj - Bo)*

Unidad cartográfica delimitada en áreas donde no ha sido posible separar ambas coberturas encontrándoseles asociadas en un 70% para la comunidad vegetal pajonal de puna y 30% para



la unidad Bofedal. Las comunidades vegetales de pajonal de puna han sido descritas anteriormente.

La comunidad vegetal bofedal, se desarrolla en las zonas frías húmedas o parcialmente anegadas. Se caracteriza por presentar una estructura simple, en donde predominan las herbáceas pulviniformes planas o convexas muy compactas, en almohadilla de poco tamaño de altura promedio de 0,20 m, sobresaliendo *Plantago rigida*, *Juncus* sp., *Calamagrostis* sp., *Alchemilla pinnata* y *Ranunculus* sp.

Este tipo de vegetación es importante por constituir los mejores pastizales como fuentes de alimento para el ganado en general y servir como refugio del pastoreo en la época seca. En el área de estudio se encuentra en zonas alledañas a fuentes de agua y con suelos saturados de agua.

#### *Pajonal de Puna – Sin Vegetación (Pj - SV)*

Unidad cartográfica delimitada en áreas donde no ha sido posible separar ambas coberturas encontrándoseles asociadas en un 70% para la unidad pajonal de puna y 30% para la unidad sin vegetación. La comunidad vegetal del pajonal alterna con áreas denudadas rocosas donde no existe vegetación o ésta es muy escasa.

### ***Terrenos con bosques***

#### Bosques

##### *Bosque Semidenso (Bsd)*

Unidad cartográfica donde la cobertura corresponde a varios tipos de unidades vegetales dominadas por árboles de buen fuste y diámetro y una vegetación de gramíneas (pasturas de sotobosque) que aparecen en épocas de fuertes precipitaciones, dependiendo de las condiciones de humedad del suelo. Se localiza en las laderas de pendiente suave. El uso de estos suelos es de aprovechamiento forestal. También reciben un uso pecuario cuando la cubierta vegetal está compuesta por gramíneas.

##### *Bosque Semidenso - Cultivos (Bsd - CV)*

Unidad cartográfica delimitada en áreas donde no ha sido posible separar ambas coberturas encontrándoseles asociadas en un 70% para la unidad Bosque semidenso y 30% para la unidad cultivos. La cobertura de bosque corresponde a árboles de buen desarrollo. Se localizan en laderas de pendiente suave. En áreas con mayor permanencia de la humedad se establecen las áreas de cultivo que resultan ser temporales. Se siembra *Zea mays* “maíz”, hortalizas (*Daucus carota* “zanahoria”, *Allium sepa* “cebolla”, *Cordia alliodora* “ajo” y

forrajes cultivados como *Medicago sativa* “alfalfa”. El uso de estos suelos es de aprovechamiento forestal, pecuario y para establecimiento de cultivos temporales.

*Bosque Semidenso - Sin Vegetacion (Bsd – S V)*

Unidad cartográfica delimitada en áreas donde no ha sido posible separar ambas coberturas encontrándoseles asociadas en un 70% para la unidad Bosque semidenso y 30% para la unidad sin vegetación. La cobertura de bosque corresponde a árboles de poco fuste y delgado. La comunidad vegetal bosque semidenso alterna con áreas denudadas rocosas donde no existe vegetación o ésta es muy escasa.

Matorrales

*Matorral ralo (Ma)*

Unidad cartográfica donde la cobertura corresponde a varios tipos de unidades vegetales dominadas por arbustos (denominadas matorrales), dependiendo de las condiciones de altitud y humedad del suelo. Se localizan en la parte baja y media de la cuenca.

El matorral más extenso se localiza entre los 2 500 m y 3 200 m de altitud y contiene un alto porcentaje de hierbas estacionales. Por debajo de los 2 500 m se encuentra un matorral espinoso seguido de un matorral ralo semi-caducifolio.

*Matorral – Cultivos (Ma – CV)*

Unidad cartográfica delimitada en áreas donde no ha sido posible separar ambas coberturas encontrándoseles asociadas en un 70% para la comunidad vegetal matorral y 30% para la unidad cultivos.

Este tipo de vegetación se caracteriza por encontrarse en laderas con pendientes moderadas a fuertes y está conformada por arbustos, algunos de ellos caducifolios, adaptados a condiciones de semi aridez. El estrato herbáceo está conformado por plantas estacionales; entre estos matorrales y en pendientes más favorables se desarrollan áreas de cultivo con riego permanente o complementario en zonas de secano.

***Terrenos con vegetación cultivada (CV)***

Comprende la franja de terrenos de cultivo que forman un mosaico de comunidades vegetales cultivadas, localizadas en valles estrechos y laderas de montaña, en ellas se lleva a cabo una agricultura de tipo intensivo y temporal con especies anuales de corto período vegetativo, adaptadas a las condiciones del ecosistema.

Muchos suelos de laderas presentan limitaciones, el agua de lluvia es deficiente para realizar una agricultura sostenible, se requiere con frecuencia de riego complementario. En estos suelos se utilizan prácticas agronómicas como el empleo de implementos de labranza ligeros para la remoción de los suelos (yunta), labores de desempiedre en aquellas zonas pedregosas, rotación de cultivos con leguminosas, abonamiento con estiércol de corral o aplicación baja de fertilizantes sintéticos. Las principales especies que se siembran en estos terrenos son *Zea mays* “maíz”, *Avena sativa* “cebada”, *Pisum sativum* “arveja”, *Vicia faba* “haba”, hortalizas (*Daucus carota* “zanahoria”, *Allium sepa* “cebolla”, *Cordia alliodora* “ajo” y forrajes cultivados como *Medicago sativa* “alfalfa”. Estas especies se presentan como cultivos fraccionados (divididos mediante barreras vivas o artificiales) y en las partes bajas de los valles se alternan con frutales.

Un segundo grupo de cultivos son aquellos cuya limitación principal son los factores climáticos (moderada incidencia de bajas temperaturas) y edáficos por presentar una fertilidad natural baja a media debido a los bajos contenidos de materia orgánica y fósforo, en tanto el potasio se encuentra disponible en cantidades medias a altas. Este segundo grupo se localiza en laderas fuertemente inclinadas a empinadas de bosque húmedo a muy húmedo, donde el agua de lluvia permite cultivos de secano para una agricultura sostenible (en tanto le permite al suelos reponerse el resto del año para la siguiente siembra) resistente a las heladas y a la falta de agua. Estos suelos permiten una cosecha al año con cultivos alimenticios y pastos cultivados. Se desarrollan los cultivos: *Triticum sp* “trigo”, *Avena sativa* “cebada”, *Chenipodium quinoa* “quinua”, *Solanum tuberosum* “papa”, *Zea mays* “maíz”, *Pisum sativum* “arveja”, *Vicia faba* “haba”.

Un tercer grupo, localizado en las zonas más altas de las cuencas, incluye aquellos cultivos que presentan limitaciones extremas de uso referidas al factor climático, por los cambios bruscos de temperatura, pero con óptimas condiciones hídricas. Se localizan en la zona de transición entre el bosque muy húmedo y el páramo húmedo, donde se cultiva la *Solanum spp.* “papas nativas”, *Chenipodium quinoa* “quinua” y cultivos nativos alto andinos como *Oxalis tuberosa* “oca”, *Tropaeolum tuberosum* “mashua”, *Ullucus tuberosus* “olluco”, *Lupinus mutabilis* “tarhui” o “chocho” y *Chenopodium pallidicaule* “cañihua”.

### ***Terrenos sin uso e/o improductivos***

#### Sin vegetación – Matorral (Sv - Ma)

Categoría aplicada a las franjas desprovistas de vegetación ubicadas en la zona de gran presencia de rocas. El área está cubierta por afloramientos líticos y matorrales de baja cobertura con pendientes muy a extremadamente empinadas.

Sin vegetación (Sv)

Categoría aplicada a las franjas desprovistas de vegetación conspicua. No se consideran como áreas desprovistas de vegetación ya que mantienen, a pequeña escala, comunidades de flora correspondientes a las asociaciones adyacentes.

Esta área está cubierta por afloramientos líticos y zonas rocosas. En algunas áreas se observan formaciones vegetales de baja cobertura, localizadas en zonas con afloramientos líticos, suelos muy superficiales y pendientes extremadamente empinadas. La Figura 3.10 muestra el uso actual del suelo en el área del proyecto y aguas abajo del mismo en las micro cuencas El Cedro y Pisit.

**3.1.7.4 Contenido de metales en el suelo**

El estudio de contenido de metales pesados en el suelo (Anexo G-1), comprendió la recolección de muestras representativas de capas superficiales (generalmente del Horizonte A). Este estudio permitió determinar la concentración de metales pesados en muestras de suelos y realizar el análisis comparativo de los resultados, en relación a los valores de referencia establecidos en la Guía Ambiental para la Restauración de Suelos en Instalaciones de Refinación y Producción Petrolera y/o internacional como los Canadian Environmental Quality Guidelines en los casos que no existan valores de referencia nacionales, así como los valores considerados como normales en suelos y niveles establecidos como tóxicos para las especies vegetales.

Los criterios usados para determinar la calidad de los suelos, en función del contenido de metales son:

- Relevancia del metal y su relación con otros componentes ambientales.
- Valores naturales considerados normales en suelos.
- Valores referenciales establecidos tanto a nivel nacional como internacional. Se toma el menor valor establecido.
- Valores límite sobre los cuales los metales son causa de fitotoxicidad, causando un desorden fisiológico en las especies vegetales y peligro en los consumidores de estas especies.

Se realizaron 42 calicatas (Fotografías 3.4 – 3.57), de las cuales se eligieron 36 muestras, para determinar la calidad el suelo en cuanto al contenido de metales pesados como arsénico, bario (Ba), cadmio, cromo, cobre, hierro, Molibdeno (Mo), níquel (Ni), plomo, zinc, plata (Ag) y mercurio. La ubicación de las mismas se presenta en la Tabla 3.5 y en la Figura 3.11.

La interpretación de análisis de metales pesados ha permitido elaborar el Cuadro 3.20, en este se aprecian los principales metales pesados considerados para el análisis comparativo de acuerdo con los criterios citados.

**Cuadro 3.20**  
**Análisis comparativo del contenido total de metales en muestras de**  
**suelos provenientes del Proyecto La Zanja**

Elemento	NTM	Límites (mg/Kg)			N° Mayor al límite			% Mayor al límite			Rango	
		R	N	T	>R	>N	>T	% R	%N	%T	Límite inf.	Límite sup.
As	6	12	5	15	22	32	31	61	88,9	86	<5	190
Ba	36	500	200	750	1,0	1,0	0,0	12	2,8	10	27,6	622
Cd	36	10	1,4	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	<0,5	
Cr	36	64	20	50	0,0	2,0	0,0	0,0	5,6	0,0	<2	29,8
Cu	36	63	30	63	5,0	5,0	5,0	13,9	13,9	13,9	2,8	208
Pb	36	140	70	100	1,0	4,0	3,0	2,8	11,1	8,3	<30	169
Hg	36	6,6	0,1	0,3	2,0	36	14	5,6	100,0	38,9	<0,113	11,4
Ni	36	50	50	100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	<5	
Zn	36	200	25	150	0,0	21	0,0	0,0	58,3	0,0	3,9	150

Código	Descripción
NTM	Número Total de Muestras
R	Valores referenciales establecidos en la legislación
N	Valores Normales en suelos
T	Límite Tóxico para las plantas (Fitotoxicidad)
>R	Número de muestras con valores mayores al valor referencial
>N	Número de muestras con valores mayores al promedio normal en suelos
>T	Número de muestras con valores mayores al límite de fitotoxicidad
%R	Porcentaje de muestras con valores mayores al valor referencial
%N	Porcentaje de muestras con valores mayores al promedio normal en suelos
%T	Porcentaje de muestras con valores mayores al límite de fitotoxicidad

El As es el elemento que superó, en la mayor cantidad de muestras los valores referenciales (R), con un total de 22 muestras en relación a las 36 analizadas, es decir que hay un 61% de muestras con altos índices de contenido de As (Gráfico 3.15). Otros metales que también superaron los valores referenciales, en por lo menos una muestra Gráfico 3.16, fueron Cu (5), Hg (2), Pb (1) y Ba (1).

Los resultados correspondientes al análisis del contenido total de Cd, Cr, Ni y Zn, no superan los valores referenciales en ninguna muestra.

En cuanto a los elementos considerados potencialmente fitotóxicos en los suelos, los principales son: As (86% de las muestras analizadas), Hg (39% de las muestras analizadas), Cu (14% de las muestras analizadas) y Pb (8% de las muestras analizadas) (Gráfico 3.17). Los elementos que no presentan niveles fitotóxicos son Ba, Cd, Cu, Ni y Zn.

Asimismo, de manera complementaria se realizó un segundo estudio de suelos, cuyo objetivo fue determinar los niveles de fondo (valor *normal* de un elemento en un medio concreto) y los niveles de referencia (límite que si es superado indica la presencia de algún tipo de contaminación) de los metales Cr, Ni, Cu, Zn, As, Se, Cd, Sb, Hg y Pb en los suelos del área del proyecto.

El muestreo de los suelos se realizó tomando en cuenta las diferentes unidades litológicas existentes en la zona, fotografías aéreas, mapas topográficos y mapas geológicos. Se tomaron 9 puntos de muestreo, la ubicación de los mismos se indica en el Cuadro 3.21 y en la Figura 3.11.

**Cuadro 3.21**  
**Ubicación de puntos de muestreo de calidad de suelos**

Nº	Norte	Este	Altitud
1	9 245 376,00	732 245,00	3 480
2	9 246 002,00	730 370,00	3 485
3	9 246 155,00	730 831,00	3 474
4	9 243 208,00	731 032,00	3 558
5	9 246 246,00	736 347,00	3 263
6	9 246 388,00	735 183,00	3 462
7	9 248 391,00	734 002,00	3 588
8	9 245 040,00	732 146,00	3 519
9	9 245 107,00	731 748,00	3 270

En cada punto se realizó el análisis de los horizontes del suelo (A, B y C), para comprobar la relación en cuanto al contenido de metales entre la roca madre y los horizontes edafogenéticos.

A partir de los datos obtenidos se generó una serie de valores *promedio*, como son la mediana, media aritmética, media geométrica, cuantiles, etc., y mediante métodos estadísticos se obtuvo finalmente los niveles de fondo y de referencia de cada metal analizado para la zona de estudio, los resultados se muestran en el Cuadro 3.22. Mayores detalles se encuentran en el estudio completo incluido en el Anexo G-2.

**Cuadro 3.22**  
**Niveles de fondo y de referencia de metales en los suelos del área del proyecto**

	<b>Cr</b>	<b>Ni</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>As</b>	<b>Se</b>	<b>Cd</b>	<b>Sb</b>	<b>Hg</b>	<b>Pb</b>
<b>Nivel de fondo</b>	4,20	58,09	16,45	31,47	28,47	0,34	2,26	5,85	0,25	43,27
<b>Nivel de referencia</b>	17,38	151,30	138,04	158,50	320,50	2,75	2,48	7,41	1,32	223,8

### **3.1.8 Recursos hídricos**

#### **3.1.8.1 Antecedentes**

En agosto de 2004, la consultora B y F Consultores Ambientales S.R.L. (B y F) presentó a la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. el reporte final del estudio Uso Actual del Recurso Hídrico en la Cuenca del Río Cañad, estudio cuyos objetivos fueron:

- Evaluar el uso agrícola de la tierra
- Evaluar el uso actual del agua
- Identificar los puntos de abastecimiento de agua de consumo humano de las poblaciones de la sub cuenca Cañad (Llaucano)
- Identificar los puntos de vertimiento de aguas servidas de los principales distritos y provincias de la sub cuenca Cañad
- Identificar los principales canales de la sub cuenca Cañad.

En dicho reporte se han determinado las características de la cobertura vegetal, elemento que se encuentra relacionado al uso del suelo, en la sub cuenca del río Cañad.

B y F, estableció que parte de los terrenos están dedicados a la crianza de ganado vacuno, ovino y caballar de propiedad de las familias pertenecientes a los poblados asentados dentro de la cuenca y poblados cercanos. Asimismo, estableció que los terrenos de las micro cuencas de los ríos Pisit y Pulán (quebrada El Cedro) están cubiertos por praderas naturales, las cuales son usadas para el pastoreo de ganado vacuno. Estas tierras cuentan con agua proveniente del aporte de las lluvias y el almacenamiento de los acuíferos en los bofedales existentes. No se aprecia aún en la zona la existencia de sobre pastoreo.

De acuerdo con la misma fuente, en poblaciones como: Pisit, El Cedro, Saucepampa, Pulán y Santa Cruz se verificó que las principales fuentes de abastecimiento de agua para uso doméstico provienen de manantiales (puquios). Las fuentes de agua superficial más importantes las divide en tres zonas: zona uno (quebradas Pisit, El Cedro y Quita Sol), zona dos (ríos Pisit y Pulan, quebradas Quita Sol y Hornamo) y zona tres (río Cañad).

El documento completo del estudio Uso Actual del Recurso Hídrico en la Cuenca del Río Cañad, se ha incluido como Anexo H-1 del presente EIA.

En 2006, en función al convenio suscrito entre Minera La Zanja y el Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos (PRONAMACHCS), se llevó a cabo el Inventario de los Recursos Hídricos en la Zona Alta de las Micro cuencas de la Quebrada El Cedro y el Río Pisit, el cual fue realizado por la Gerencia departamental de PRONAMACHCS.

El objetivo del estudio llevado a cabo por PRONAMACHCS fue el de conocer los caudales actuales de las fuentes de agua superficial de la zona alta de las micro cuencas de la quebrada El cedro y el río Pisit. El trabajo correspondió al período más intenso de la época seca de 2006 (3 de octubre al 10 de noviembre). El estudio también tuvo por objetivo identificar los usos y el manejo del agua por parte de los usuarios presentes en la zona e incluye algunos datos referenciales sobre la calidad de agua monitoreada por Minera La Zanja.

El estudio se llevó a cabo en el entorno inmediato al área del proyecto, en los afluentes de las micro cuencas de la quebrada El Cedro y el río Pisit.

De manera resumida, puede afirmarse que el estudio reveló lo siguiente:

- Los usuarios del agua en la zona evaluada, son los pobladores de la zona y los trabajadores de Minera La Zanja.
- El agua es utilizada por los pobladores para consumo doméstico, para riego de pastos naturales y cultivados así como de pequeñas parcelas para productos agrícolas (papa, olluco, cebada), a muy pequeña escala para crianza artesanal de truchas y a una escala un tanto mayor en la piscigranja Pisit. También es utilizada para los animales que crían, siendo el mayor porcentaje el ganado vacuno. En el caso particular de Minera La Zanja, también la utilizan en la perforación en la zona de exploración.
- En el consumo doméstico, el 95% de la población que vive en forma dispersa, cuenta con infraestructura rústica, constituida por el manantial y mediante un canal de tierra conducen el agua a un pozo también de tierra cerca de su vivienda. El 5% restante cuenta con sistemas de captación de agua entubada. Las familias que dependen del manantial cerca de su vivienda, llegaron a sentir su escasez por estar en el periodo de máximo estiaje.
- En el caso de la población que tiene sus viviendas agrupadas, hace uso de un sistema de agua potable condicionado para el área rural.



- Los animales consumen el agua en las mismas fuentes (quebradas o canales de riego).
- El riego practicado por los usuarios es por gravedad, conducido mediante pequeños canales de tierra. Aproximadamente un 3% de los usuarios usan aspersores en pequeñas parcelas de pastos cultivados. La agricultura es escasa y la cantidad de agua para riego de pasturas naturales ha sido también escasa en la parte alta, entre los 3 600 y 3 300 m de altitud.
- El uso del agua para consumo doméstico, para animales y para riego, tradicionalmente es por posesión. No cuentan con autorización del Distrito de Riego y el manejo es en forma individual o familiar, No están organizados mediante ninguna Asociación o Junta de Regantes. Sólo en el sistema de agua potable del centro poblado menor Pisit, cuentan con una Junta Administradora del servicio y en forma similar en el caserío de La Zanja.
- En el río Pisit, existe sólo un canal de derivación para la piscigranja, en la cota 3 260 m.s.n.m. y aproximadamente a 5 km fuera de la zona de estudio, en la cota 2 612 m.s.n.m. el río Pisit es derivado con otro canal de riego y otros usos hasta Santa Cruz. Las aguas de la quebrada El Cedro, en la zona de estudio no son aprovechadas por ningún usuario. En resumen, los pobladores sólo aprovechan el agua de los afluentes o manantiales que desembocan a esos ríos.

El estudio elaborado por PRONAMACHCS presenta información detallada sobre afluentes, manantiales y canales en las micro cuencas de la quebrada El Cedro y del río Pisit.

Para el caso de la micro cuenca de la quebrada El Cedro, se registraron los afluentes (quebradas), se inventarió un total de 11 canales y 171 manantiales fueron aforados. Para el caso de la micro cuenca del río Pisit, también fueron registrados los afluentes (quebradas), se inventarió un total de 53 canales y 121 manantiales fueron aforados.

El estudio completo elaborado por PRONAMACHCS para Minera La Zanja se ha sido incluido en el Anexo H-2 del presente EIA.

En agosto de 2004 Water Management Consultants preparó un informe titulado Estudios Hidrológicos, Hidrogeológicos y Geoquímicos en Complemento al EIA del Proyecto La Zanja, el que aportó información de base al proyecto con los datos disponibles en ese momento. Posteriormente, Water Management Consultants realizó para Compañía de Minas Buenaventura (en ese entonces responsable del Proyecto La Zanja), otros estudios hidrológicos, de calidad de aguas y generación de drenaje ácido de rocas complementando y profundizando los estudios presentados en el informe antes mencionado.

Siguiendo las recomendaciones indicadas en el informe de agosto de 2004, Minera La Zanja (actualmente responsable del Proyecto La Zanja) continuó recolectando datos de la red de monitoreo establecida y optimizando algunos estudios, en particular el correspondiente al sistema de abastecimiento de agua al proyecto. En base a esta nueva información, en marzo de 2007, Minera La Zanja encargó a Water Management Consultants una actualización de algunos aspectos del informe de agosto de 2004. La actualización incluyó los siguientes puntos:

- Línea base hasta julio de 2006
- Abastecimiento de agua al proyecto
- Revisión de la precipitación máxima en 24 horas
- Control de sedimentos en el área del proyecto
- Impactos de aguas superficiales (cantidad)
- Impactos de aguas subterráneas (cantidad)
- Dimensionado de estaciones de aforo en lugares seleccionados

En mayo de 2007, Water Management Consultants elaboró una nueva versión del estudio integral Estudios Hidrológicos, Hidrogeológicos y Geoquímicos en Complemento al EIA del Proyecto La Zanja, la cual ha sido incluida en el Anexo H-3 del presente EIA.

Este estudio ha tenido como alcances la evaluación de las condiciones de la zona con respecto a los factores meteorológicos, el balance de agua preliminar, la evaluación de los requerimientos de agua para el proyecto, la evaluación de aguas subterráneas, el manejo de aguas y control de sedimentos, la evaluación de opciones para el suministro de agua, junto con la evaluación de impactos ambientales potenciales hidrológicos y geoquímicos como resultado del proyecto.

### **3.1.8.2 Hidrología**

El sistema de drenaje superficial del área de estudio se puede subdividir en dos sistemas de micro cuencas principales (Figura 3.12). Sin embargo, es necesario aclarar que las instalaciones industriales se ubican solamente en la micro cuenca de la quebrada El Cedro. A continuación se detallan las micro cuencas estudiadas:

- La micro cuenca de la quebrada El Cedro drena hacia el norte e incluye las quebradas Bancuyoc, La Cuchilla, La Playa, La Mina, Bramadero, Cocán y El Hornamo.
- La micro cuenca del río Pisit que también drena hacia el norte e incluye las quebradas San Lorenzo, Del Panteón y Vizcachas.

La quebrada El Cedro recibe posteriormente el nombre de río Pulán, el cual se une con el río Pisit para constituir el río Cañad, tributario del río Chancay. El río Chancay aporta sus aguas al río Reque y éste vierte finalmente sus aguas en el océano Pacífico.

En el área del proyecto los cursos de agua son permanentes pero sus caudales son mínimos si se comparan con los caudales obtenidos aguas abajo de Pulán y Pisit. Esto debido a la presencia de otros tributarios ubicados entre el área del proyecto y dichas localidades.

La cuenca de la quebrada El Cedro tiene una extensión de 69,92 km<sup>2</sup>. La pendiente promedio de la cuenca es de 39,8%. El factor de forma de la cuenca es de 0,21 y el coeficiente de compacidad es 1,41 y esto nos indica que la respuesta de la cuenca frente al escurrimiento es rápida. El Cuadro 3.23 muestra los principales parámetros geomorfológicos de la cuenca. La Figura 3.12 muestra los límites de la cuenca.

**Cuadro 3.23**  
**Parámetros geomorfológicos de la microcuenca de la quebrada El Cedro**

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Área	69,92	km <sup>2</sup>
Perímetro	42,39	km
Altitud máxima	3 600	m.s.n.m.
Altitud mínima	1 540	m.s.n.m.
Altitud media	2 562,5	m.s.n.m.
Pendiente media	39,8	%
Longitud río	18 175	m
Pendiente del cauce principal	0,11	m/m
Coefficiente de compacidad	1,41	adimensional
Factor de forma	0,21	adimensional

La cuenca de la quebrada el Pisit tiene una extensión de 69,97 km<sup>2</sup>. La pendiente promedio de la cuenca es de 30,2%. El factor de forma de la cuenca es de 0,10 y el coeficiente de compacidad es 1,77 y esto nos indica que la respuesta de la cuenca frente al escurrimiento también es rápida. El Cuadro 3.24 muestra los principales parámetros geomorfológicos de la cuenca.

**Cuadro 3.24**  
**Parámetros geomorfológicos de la microcuenca del río Pisit**

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Área	69,97	km <sup>2</sup>
Perímetro	53,10	km
Altitud máxima	3 600	m.s.n.m.
Altitud mínima	1 640	m.s.n.m.
Altitud media	2 612,5	m.s.n.m.
Pendiente media	30,2	%
Longitud río	26 043	m
Pendiente del cauce principal	0,08	m/m
Coefficiente de compacidad	1,77	adimensional
Factor de forma	0,10	adimensional

### **Régimen pluviométrico**

#### Mecánica de la precipitación en la zona

La precipitación en la región donde se ubica el Proyecto La Zanja, es consecuencia de las masas húmedas de aire provenientes de la cuenca amazónica transportadas por vientos provenientes del noreste. Cuando estas masas de aire húmedo encuentran la cordillera de los Andes, son forzadas a elevarse, causando su enfriamiento y eventualmente produciéndose su condensación y precipitación. Por lo tanto, la precipitación tiende a concentrarse en la parte este de la divisoria continental, es decir en la vertiente del Atlántico, disminuyendo hacia la parte oeste, vertiente del Pacífico. Este efecto orográfico se conoce como *efecto sombra de lluvia*, el cual sin embargo, es menos marcado en la parte norte del Perú donde la cordillera tiene alturas substancialmente menores que en el resto del país, permitiendo que las masas de aire pasen a la parte occidental con un contenido de humedad aún importante. A consecuencia de ello, la precipitación en las cercanías de la divisoria continental es gobernada por efectos orográficos locales y presenta un componente aleatorio más marcado que en otras regiones del Perú.

#### Régimen pluviométrico anual

La estimación de la precipitación media anual se realizó utilizando la información recogida por 19 estaciones meteorológicas regionales, ubicadas tanto en la vertiente del Pacífico como en la vertiente del Atlántico. La Tabla 3.6 muestra la ubicación de cada una de las estaciones.

Para la altitud representativa del proyecto de 3 550 m.s.n.m., se ha estimado una precipitación media anual de 1 150 mm.

La precipitación en años secos con periodos de retorno de 10 y 100 años es aproximadamente el 70% y 60% de la precipitación media anual respectivamente. Asimismo, la precipitación en años húmedos con periodos de retorno de 10 y 100 años representa respectivamente el 125% y el 160% de la precipitación media anual respectivamente.

#### Régimen pluviométrico mensual

El comportamiento de la precipitación mensual muestra dos periodos bien marcados, el periodo seco de mayo a septiembre y el periodo húmedo de octubre a abril.

Durante los meses de mayor precipitación, febrero y marzo, la precipitación mensual varía entre 150 y 200 mm, mientras que durante los meses más secos, julio y agosto, la precipitación mensual alcanza valores medios menores de 30 mm. Esto puede apreciarse en el Gráfico 3.18.

#### Régimen de tormentas

El régimen de tormentas fue caracterizado con información de 18 estaciones pluviométricas con registros mayores o iguales a 10 años. Esta información se muestra en la Tabla 3.6.

Luego de ajustar la información de precipitación máxima en 24 horas a las distribuciones estadísticas más apropiadas para cada estación, se procedió a la interpolación con el método de Kriging para diferentes periodos de retorno, involucrando las 18 estaciones.

El Cuadro 3.25 muestra el resultado de la precipitaciones máximas de 24 horas características para en el área del proyecto y en la estación Hualgayoc para diferentes periodos de retorno (Water Management Consultant, 2007).

**Cuadro 3.25**  
**Precipitaciones máximas de 24 horas para diferentes periodos de retorno**

<b>Período de retorno (años)</b>	<b>La Zanja análisis regional P24 (mm)</b>	<b>Hualgayoc P24 (mm)</b>
2	50	36
10	73	60
25	85	70
50	93	77
100	100	85
500	115	101

Fuente: Actualización de los estudios hidrológicos, hidrogeológicos y geoambientales en complemento al EIA, Water Management Consultants (2007).

El análisis espacial de los datos mostró un crecimiento de la precipitación máxima en 24 horas desde el este hacia el oeste. Esta gradiente es resultado de las mayores precipitaciones y a su vez de la alta variabilidad, alto coeficiente de variación, que presentan los datos de las estaciones de la cuenca del Pacífico.

### Evaporación

Para la altitud del proyecto, se estiman tasas de evaporación en poza del orden de alrededor de 900 mm/año. Debido a la mayor radiación solar y de la reducida humedad relativa, la evaporación es más alta durante los meses secos de invierno.

### ***Régimen de caudales***

#### Monitoreo de caudales

El estudio de línea base hidrológica ha incluido un programa de aforos en 13 estaciones a lo largo de las cuencas de los ríos Pulan, Pisit y Cañad. La información disponible en la mayoría de los cursos corresponde al período 2001 a 2006. Es necesario mencionar que se realizaron mediciones en los años 2001, 2003 y 2004 como parte de los estudios de línea base

En el Cuadro 3.26 se muestra la ubicación de los puntos de monitoreo utilizados.

**Cuadro 3.26**  
**Puntos de monitoreo de caudales por cuenca de drenaje**

<b>Punto</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>	<b>Altitud</b>	<b>Zona</b>
<b>Quebrada El Cedro</b>				
MA-2	730 705,00	9 254 825,00	2 057	Río El Cedro, aguas abajo, antes de la confluencia con la quebrada del Hornazo
MA-3	730 316,00	9 254 825,00	2 059	Quebrada del Hornamo, aguas abajo
MA-4	732 587,00	9 244 255,00	3 522	Nacientes, quebrada Bancuyoc
MA-6	732 465,00	9 240 688,00		Nacientes, quebrada Bancuyoc, sector cerro Vizcacha
MA-7	730 317,00	9 246 146,00	3 455	Quebrada Mina, sector Pampa Verde
MA-10	731 785,00	9 245 763,00	3 100	Quebrada De La Playa, sector cerro Campana
MA-11	732 662,00	9 246 179,00	3 233	Aguas abajo de la plataforma de lixiviación
MA-12	733 592,00	9 246 038,00	3 536	Aguas abajo sector campamento
MA-14	731 643,00	9 245 121,00	3 228	Nacientes quebrada De La Playa
MA-15	731662,00	9 245 100,00	3 223	Nacientes quebrada De La Playa

**Cuadro 3.26 (Cont.)**  
**Puntos de monitoreo de caudales por cuenca de drenaje**

<b>Punto</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>	<b>Altitud</b>	<b>Zona</b>
<b>Río Pisit</b>				
MA-1	731 732,00	9 256 386,00	1 982	Río Pisit, aguas abajo
MA-5	736 132,00	9 247 010,00	3 250	Aguas abajo del centro poblado menor de Pisit
MA-13	736 094,00	9 245 160,00	3 285	Aguas arriba del centro poblado menor de Pisit

Fuente: Actualización de los estudios hidrológicos, hidrogeológicos y geoambientales en complemento al EIA, Water Management Consultants (2007).

El análisis de los caudales aforados durante el periodo 2001 a 2006, muestra un comportamiento hidrológico estacional para todos los cursos, pudiendo variar los caudales considerablemente entre el final de la estación seca y el final de la estación húmeda. Los mayores caudales se registran durante los meses de enero, febrero y marzo y los menores caudales durante los meses de agosto y septiembre.

En la cuenca de la quebrada El Cedro, los mayores caudales se registraron entre febrero y marzo de 2006, justo al final de la temporada de mayor precipitación, mientras que los menores caudales se registraron entre los meses de agosto y septiembre de 2005, lo que corresponde al final de la temporada de menor precipitación. Si se comparan los caudales en los meses de menor y mayor escorrentía, se observa que los caudales aumentan dependiendo de los puntos, de 40 (estación MA-10) a 700 veces (estación MA-6).

Los caudales medidos en la cuenca del río Pisit muestran fuertes variaciones con respecto a la estación seca y húmeda, registrándose los caudales más altos entre enero y marzo de 2006 y los caudales más bajos en junio del mismo año. Las variaciones de caudales entre épocas secas y épocas húmedas pueden fluctuar de 56 (estación MA-13) a 30 veces (estación MA-5).

En el Cuadro 3.27 se muestra la totalidad de mediciones efectuadas en la línea base hidrológica.

**Cuadro 3.27**  
**Caudales aforados durante el estudio de línea base hidrológica (L/s)**

Cuenca	Punto	Campaña														
		Ago-01	Oct-03	Jun-04	Ago-05	Sep-05	Oct-05	Nov-05	Dic-05	En-06	Feb-06	Mar-06	Abr-06	May-06	Jun-06	Jul-06
<b>Quebrada El Cedro</b>	MA-4	-	-	15,7	2,92	3,0	6,4	13,0	8,1	85.83	86,43	163,21	45,57	6,31	5,81	8.93
	MA-6	2,4	1,4	3,9	0,4	0,2	0,2	1,7	1,3	13.06	33,23	153,25	20,48	3,67	4,84	2.68
	MA-15	28,7	20,7	32,7	13,8	9,4	9,4	32,7	36,5	75,54	195.32	355,64	92,66	31,33	8,23	16.61
	MA-14	-	41,0	114,2	11,8	16,2	16,2	53,9	55,5	163,14	360,30	990,12	306,51	42,01	53,68	101.05
	MA-10		76,3	-	23,2	27,3	41,8	60,2	57,1	131,92	465,75	988,15	254,12	47,60	42,07	89.98
	MA-11	-	1,9	8,9	0,9	0,3	2,5	2,5	5,0	169,80	61,96	130,17	19,91	5,42	5,79	3.41
	MA-12	0,4	17,0	22,4	1,4	0,6	6,1	7,3	7,7	51,41	105,26	178,06	35,71	4,85	5,03	3.26
	MA-7	-	1,10	0,1	-	-	0,3	0,1	0,4	48.30	2,50	2,50	1,25	0,39	0,28	0.05
	MA-2	391	288	776	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	MA-3	-	81,9	245	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Río Pisit</b>	MA-13	-	51,5	307,0	66,8	44,2	123,2	111,9	124	437,72	223,31	1448,94	726,60	104,03	126,22	302.64
	MA-5	61,0	91,5	438,2	73,4	33,9	95,6	102	72,1	763.28	325,43	1511,77	840,75	115,69	154,74	258.49
	MA-1		298	1015,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Actualización de los estudios hidrológicos, hidrogeológicos y geoambientales en complemento al EIA. Water Management Consultants (2007).



### **Ofertas de agua**

Dado que se requiere más información de aforos, se han estimado las ofertas de agua de la quebrada Bramadero en función de los datos diarios de precipitación. Para tal fin, Water Management Consultants ha empleado el modelo hidrológico de simulación continua Hydrological Model System (HMS), desarrollado y mantenido por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos. El modelo ha sido previamente calibrado con información de precipitaciones y caudales obtenida durante el periodo de febrero a junio de 2006. Con base en esta calibración, se obtuvieron caudales medios anuales para diferentes escenarios hidrológicos. Los resultados se muestran en el Cuadro 3.28.

**Cuadro 3.28**  
**Resultados de caudales medios anuales (L/s) en la quebrada Bramadero según el modelo hidrológico**

<b>Escenario</b>	<b>Modelo</b>
100 años secos	33
50 años secos	35
10 años secos	44
Promedio	65

Fuente: Actualización de los estudios hidrológicos, hidrogeológicos y geoambientales en soporte al EIA, Water Management Consultants (2007)

### **3.1.8.3 Hidrogeología**

El estudio hidrogeológico en el área del proyecto y su área de influencia fue elaborado por Water Management Consultants y se incluye completo en el Anexo H-3.

#### **Descripción de unidades hidrogeológicas**

Las principales unidades con potencial hidrogeológico en el área, yacen entre la zona meteorizada superior y las zonas fracturadas de las formaciones volcánicas subyacentes. La zona meteorizada superior representa una zona de interflujo intermedio o flujo de paso que puede ser de naturaleza efímera.

En general, la zona de lecho rocoso fresco subyacente es de menor permeabilidad y con menor presencia de agua subterránea, la circulación está limitada a las zonas de fractura tales como fallas y zonas de cizallamiento. La información colectada a partir del programa de perforaciones de investigación de campo sugiere que las fracturas al interior de la zona del lecho rocoso se encuentran típicamente rellenas con minerales como calcita. Cerca de la superficie, el material de relleno de las fracturas puede haber sido removido, dadas las condiciones geológicas del área.

Los aspectos vinculados a la alteración representan un aspecto importante a considerar para la comprensión de las condiciones hidrogeológicas locales. Dentro del área del depósito, las zonas de alteración silíceas tienden a exhibir una permeabilidad relativamente mayor que otras unidades debido a su naturaleza quebradiza y fracturada. En contraste, las zonas de alteración argílica tienden a exhibir una permeabilidad muy baja. Estas características son significativas al considerar problemas tales como las fuentes potenciales de agua subterránea y el drenaje de la mina.

Los depósitos de lava volcánica, tales como los que se encuentran bajo el yacimiento y el área circundante, exhiben una permeabilidad horizontal relativamente mayor que la permeabilidad vertical debido a la estratificación de estos depósitos volcánicos. En general, las unidades de tobas volcánicas tienen baja permeabilidad, aunque se puede presentar una permeabilidad vertical donde existen diaclasas de tipo columnar. El agua subterránea puede tender a formar zonas aisladas en la parte superior de las capas de tobas y descargar en afloramientos expuestos. Las unidades volcánicas piroclásticas generalmente exhiben una baja permeabilidad, excepto cuando el grado de cementación y compactación de la roca es pobre.

### ***Flujo de agua subterránea***

Durante la estación lluviosa hay presencia de agua subterránea somera en el área de estudio, principalmente entre la capa de tierra orgánica y la interfase de roca meteorizada. Durante este tiempo, una reducida proporción del agua contenida en esta zona se infiltra hacia zonas fracturadas más profundas a través de planos en fracturas discontinuas. En la Figura 3.13 se muestra un esquema de la circulación del agua.

El flujo de agua subterránea somera tiende a seguir la topografía general a lo largo de la capa de tierra orgánica y el lecho rocoso meteorizado. La profundidad de la capa de tierra orgánica tiende a un mayor espesor en las laderas de menor gradiente y a ser menos definida en las pendientes superiores y más abruptas. Varias de las zonas de manantial están asociadas con los cambios de pendiente y con los puntos en donde la capa de tierra orgánica y la zona meteorizada se interceptan en la superficie.

En la Figura 3.14 se presentan las isolíneas de la napa freática del sistema de agua subterránea más profundo. Si bien los datos de niveles presentan una distribución limitada, las curvas piezométricas guardan relación con la topografía del área de estudio. El flujo de agua subterránea durante el período de mediciones (estación lluviosa) tiende a fluir en dirección NO en el área de la futura planta de lixiviación.

De la Figura 3.14, se deduce la profundidad de la napa freática en diferentes áreas de la zona en la que se ubicará la infraestructura del proyecto. La profundidad esperada de los niveles de agua para el área de la pila de lixiviación varía aproximadamente entre de 6 y 20 m, pudiendo en algunos lugares estar cerca de la superficie. Así, en el área del depósito de desmonte de mina San Pedro Sur, la profundidad esperada está en un rango de 6 a 10 m. En el área del embalse, en la quebrada Bramadero, varía entre 8 y 15 m, mientras que en el área del tajo San Pedro Sur, el nivel se encuentra a profundidades entre 30 y 40 m. Las perforaciones hidrogeológicas en el sector del tajo Pampa Verde indican que la profundidad del nivel freático se encontraría a profundidades mayores a 145 m, más de 20 m por debajo del piso final del tajo.

### ***Descarga y recarga de agua subterránea***

El mecanismo natural de descarga de agua subterránea en el área se produce a través de manantiales y el flujo de base de los cursos de agua. No se han identificado pozos de bombeo de agua subterránea en el área.

A lo largo de la pampa del Bramadero, existe presencia de manantiales. Estos son manifestaciones del agua subterránea y representan la descarga proveniente del acuífero poco profundo asociado al suelo orgánico. A lo largo de las escarpadas cumbres, aguas abajo de las áreas de las instalaciones propuestas, se observan varios manantiales más pequeños. Estos manantiales se asocian al acuífero más profundo, se presentan cuando afloran en superficie la roca fracturada.

La recarga al agua subterránea se produce principalmente debido a la infiltración directa de la lluvia y la escorrentía de tormentas. Puesto que las capas superiores de suelo son de naturaleza orgánica, éstas son capaces de contener gran cantidad de agua durante un período de tiempo relativamente largo. Esta agua puede infiltrarse lentamente hacia el acuífero del lecho rocoso a través de rutas en fracturas discontinuas. En aquellas áreas en donde la zona meteorizada es extensa, la infiltración se vería limitada debido al predominio de arcillas.

La recarga hacia la zona de lecho rocoso más profunda se produce principalmente durante los meses más lluviosos de verano, cuando la lluvia se infiltra a través de los afloramientos de roca fracturada en las áreas de pendientes superiores y percola hacia abajo. Se espera que durante los meses de verano los niveles de agua subterránea se eleven en respuesta al mecanismo de recarga y que en consecuencia aumente la descarga en los manantiales. Durante los meses más secos, la recarga es mínima y se produce durante eventos de precipitación esporádicos.

### ***Hidrogeología de tajos***

Para investigar si ocurre o no la presencia de agua subterránea en el macizo rocoso que alberga los yacimientos Pampa Verde y San Pedro Sur, se realizó una campaña de perforaciones, que consideró la habilitación de dos pozos de monitoreo por yacimiento. La profundidad de cada pozo fue calculada considerando la cota del terreno y la cota base del tajo final (menos 20 m).

La cota del fondo final del tajo Pampa Verde es 3 330 m.s.n.m. El sondaje PV-24 se perforó hasta 144 m de profundidad, no encontrándose agua. El fondo de este sondaje quedó a 3 314 m.s.n.m. El sondaje PV-25 se perforó hasta 145 m de profundidad, no encontrándose agua. El fondo de este sondaje alcanzó 3 310 m.s.n.m. Se concluye que no va a existir interferencia significativa de agua subterránea con las operaciones en el tajo Pampa Verde.

La cota del fondo final del tajo San Pedro Sur es 3 342 m.s.n.m. En este caso, los dos pozos de monitoreo interceptaron agua subterránea. Los aforos obtenidos en los ensayos de air lift efectuados al terminar los pozos, fueron 1,3 L/s en el pozo B-22 y 0,3 L/s en el pozo B-23. Las cotas de los niveles de agua fueron 3 473 m.s.n.m. para el pozo B-22 y 3 429 m.s.n.m para el pozo B-23. Para el tajo San Pedro Sur, la presencia de agua puede tener implicancias sobre las operaciones.

#### ***3.1.8.4 Calidad de agua superficial y subterránea***

En el marco de los estudios para el EIA del Proyecto La Zanja, Water Management Consultants completó los estudios hidrológicos, hidrogeológicos y geoquímicos para el EIA del proyecto (Water Management Consultants, 2007), así como los datos generados hasta abril del 2006 (Water Management Consultants, 2007) y datos del monitoreo de Buenaventura Ingenieros S.A. (BISA), realizados entre enero y julio de 2006. La información generada (Anexo H-3) incluyó la evaluación de las condiciones de la zona con respecto a los factores meteorológicos, un balance de agua preliminar, una evaluación de los requerimientos de agua para el proyecto, una evaluación de aguas subterráneas, el manejo de aguas y el control de sedimentos (incluyendo la evaluación de lugares para ubicación de pozas de sedimentación), y la evaluación de los impactos ambientales potenciales hidrológicos y geoquímicos como resultado de la futura explotación de la mina.

La línea base hidrológica y de calidad de agua del proyecto fue desarrollada a través de un estudio de campo de 20 campañas, realizado entre agosto de 2001 y julio de 2006. Adicionalmente, se cuenta con tres mediciones de manantiales realizadas en septiembre del 2000. También se han incorporado los resultados de seis meses de monitoreo de aguas

superficiales y subterráneas de enero a julio de 2006 por parte de BISA. Cada campaña de monitoreo comprendió mediciones de caudal, mediciones físicoquímicas de campo y toma de muestras para análisis químicos de laboratorio.

***Calidad de agua superficial***

El Proyecto La Zanja involucra las micro cuencas de la quebrada El Cedro y del río Pisit. En la quebrada El Cedro, se ubicaron 10 estaciones de monitoreo y en el río Pisit se ubicaron 3 estaciones de monitoreo. Las estaciones de monitoreo, coordenadas de ubicación y referencia de la zona se resumen en el Cuadro 3.29 y su ubicación se muestra en la Figura 3.15 (Water Management Consultants, 2007).

**Cuadro 3.29**  
**Estaciones de monitoreo de la línea base de aguas superficiales**

<b>Nombre del sitio</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>	<b>Altitud</b>	<b>Zona</b>
<b>Quebrada El Cedro</b>				
MA-2	730 705,00	9 254 825,00	2 057	Quebrada El Cedro, aguas abajo, antes de la confluencia con la quebrada. del Hornamo
MA-3	730 316,00	9 254 825,00	2 059	Quebrada del Hornamo, aguas abajo
MA-4	732.587,00	9 244 255,00	3 522	Nacientes, quebrada Bancuyoc
MA-6	732 465,00	9 244 068,00		Nacientes, quebrada Bancuyoc, sector cerro Vizcacha
MA-7	730 317,00	9 246 146,00	3 455	Quebrada Mina, sector Pampa Verde
MA-10	731 785,00	9 245 763,00	3 100	Quebrada De La Playa, sector cerro Campana
MA-11	732 662,00	9 246 179,00	3 233	Aguas abajo de la plataforma de lixiviación
MA-12	733 592,00	9 246 038,00	3 536	Aguas abajo sector campamento
MA-14	731 643,00	9 245 121,00	3 228	Nacientes quebrada De La Playa
MA-15	731 662,00	9 245 100,00	3 223	Nacientes quebrada De La Playa
<b>Río Pisit</b>				
MA-1	731 732,00	9 256 386,00	1 982	Río Pisit, aguas abajo
MA-5	736 132,00	9 247 010,00	3 250	Aguas abajo del centro poblado menor de Pisit
MA-13	736 094,00	9 245 160,00	3 285	Aguas arriba del centro poblado menor de Pisit

Fuente: Actualización de los estudios hidrológicos, hidrogeológicos y geoambientales en soporte al EIA, Water Management Consultants (2007)

Los parámetros monitoreados incluyen como parámetros fisicoquímicos de campo: pH, temperatura y conductividad eléctrica (CE). También sólidos totales en suspensión (STS), sólidos totales disueltos (STD), Na, Mg, potasio (K), Ca, Fe, manganeso (Mn), Al, cloruros, sulfatos, nitratos, fluoruros, Ni, Cu, Pb, Zn, As y Cd. Los procedimientos de control y aseguramiento de la calidad en el proceso de toma de muestras incluyeron la toma de un 10% de muestras duplicadas y la toma de muestras en blanco. Los análisis de laboratorio incluyeron procedimientos de control de calidad tales como los análisis duplicados, análisis de blancos y adiciones de estándares. La Tabla 3.7 muestra las estadísticas de concentraciones disueltas de aguas superficiales y la Tabla 3.8 muestra las estadísticas de concentraciones totales de aguas superficiales

#### Micro cuenca El Cedro

En la quebrada El Cedro, se monitorearon diez estaciones de calidad de aguas superficiales (Cuadro 3.27). Las estaciones MA-4, MA-6, MA-7, MA-10 MA-12, MA-14 y MA-15 se ubican ya sea dentro de la propiedad o en los límites de la misma. Las estaciones MA-11, MA-2 y MA-3 se encuentran aguas abajo, fuera del área del proyecto. A continuación se presenta una descripción resumida de la hidroquímica de las aguas de la cuenca en cada punto de monitoreo.

#### *MA-4*

Esta estación fue muestreada en 18 ocasiones entre marzo de 2004 y julio de 2006. Los datos muestran valores de pH neutros a alcalinos con un valor promedio de 7,4. La concentración promedio de sólidos totales en suspensión (STD) correspondió a 17,0 mg/L. El agua es en general del tipo Ca-HCO<sub>3</sub> a ligeramente sulfatada, disminuyendo el valor de HCO<sub>3</sub> de la estación seca a la estación lluviosa. Presenta muy bajas concentraciones de metales.

#### *MA-6*

Se ha registrado un total de 20 muestreos entre agosto de 2001 y julio de 2006. Los valores de pH han variado entre 6,1 y 8,5, con un valor promedio de 7,0. La concentración promedio de STD fue de 14,0 mg/L. El pH y STD disminuyen de la estación seca a la estación lluviosa. El agua varía de tipo Ca-HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub> a Na- SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub>. Presenta, en general, bajas concentraciones de metales.

#### *MA-7*

Esta estación ha sido muestreada en 15 ocasiones, durante las campañas de muestreo de octubre de 2003, marzo y junio de 2004, abril y mayo de 2005 así como de octubre de 2005 a julio de 2006. El agua muestra consistentemente un bajo pH (promedio de 4,5) y un valor de

STD relativamente alto siendo en promedio de 36,0 mg/L y con valores máximos de hasta 60,0 mg/L en diciembre de 2005 y febrero de 2006. El agua es de tipo Na-CaCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub>. Las concentraciones de metales son relativamente más altas respecto de las otras muestras de la cuenca. Se destacan los valores máximos en Fe (5,64 mg/L), Al (5,9 mg/L), Cu (0,52 mg/L), y Zn (0,55 mg/L).

#### *MA-10*

Esta estación fue muestreada en 22 ocasiones entre septiembre de 2000 y julio de 2006. El agua mostró un rango de pH de 6,3 a 7,6, con un promedio de 6,9. La concentración promedio de STD fue de 21,0 mg/L. El agua es principalmente de tipo sulfatada cálcica a ligeramente sódica (Ca-Na-SO<sub>4</sub>), disminuyendo el valor de HCO<sub>3</sub> de la estación seca a la estación lluviosa. El aumento en conductividad usualmente se relaciona con aumentos en las concentraciones de sulfato. Destacan altas concentraciones de Fe disuelto en las campañas de 2000 a 2003, de entre 0,75 mg/L y 2,6 mg/L; sin embargo, en todos los muestreos posteriores no se vuelven a observar valores tan altos. Se asume que se trata de un error analítico, ya que sus demás valores son mucho más bajos.

#### *MA-12*

Esta estación ha sido muestreada 20 veces entre agosto de 2001 y julio de 2006. El agua es neutra, con un valor de pH promedio de 6,8. Los STD fluctúan entre 11,0 y 55,0 mg/L, con un promedio de 18,0 mg/L. El pH y STD disminuyen de la estación seca a la estación lluviosa. El agua es de tipo Ca-HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub>. Se destaca la variación de proporción de aniones de moderadamente sulfatada a bicarbonatada, en la época seca y húmeda. Respecto de las concentraciones de metales, sólo las de Fe total alcanzan valores de hasta 0,7 mg/L, con un promedio de 0,35 mg/L.

#### *MA-14*

Esta estación cuenta con 20 muestreos entre agosto de 2001 y julio de 2006. El pH es en general neutro y varía entre 6,4 y 7,4, con un promedio de 6,8. Presenta una concentración STD baja, en promedio es de 19,0 mg/L. Los STD disminuyen de la estación seca a la estación lluviosa. El agua presenta una gran variabilidad de tipo desde Ca-Na-SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub>, disminuyendo el valor de HCO<sub>3</sub> de la estación seca a la estación lluviosa. Respecto de las concentraciones de metales, las concentraciones de Fe alcanzan valores relativamente altos con un máximo de 0,5 mg/L y un promedio de 0,1 mg/L. Se reconocen valores anómalamente altos en Fe y As en un muestreo en octubre de 2003 de hasta 16,8 mg/L y 0,33 mg/L respectivamente. Se asume que se trata de un error analítico, ya que sus demás valores son mucho más bajos.

*MA-15*

El pH varía en el rango neutro entre 6,6 y 7,4. Sus aguas son del tipo Ca-Na-HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub>, disminuyendo el valor de HCO<sub>3</sub> de la estación seca a la estación lluviosa. Las concentraciones de metales son generalmente bajas, valores de Fe anómalamente altos de 2,7 mg/L se registraron en octubre de 2003; sin embargo, se asume que se trata de un error analítico.

*MA-11*

Esta estación fue muestreada en 20 ocasiones entre agosto de 2001 y julio de 2006. Las aguas muestran un promedio de pH de 6,2, registrándose valores entre 5,2 y 7,5. La concentración promedio de STD fue de 19,0 mg/L y el agua podría clasificarse principalmente como tipo Na-SO<sub>4</sub>, sólo algunas muestras puntuales presentaron proporciones mayores de HCO<sub>3</sub>. Respecto de los metales, sólo las concentraciones de Fe total presentaron valores moderadamente elevados con un máximo de 0,14 mg/L.

*MA-2*

Esta estación fue muestreada en 5 ocasiones entre agosto de 2000 y julio de 2004. El agua fue generalmente neutra, con un pH promedio de 7,1, un mínimo de 6,6 y un máximo de 7,4. La concentración promedio de STD fue de 38,0 mg/L. El agua es de tipo Na-Ca-SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub>. De los metales, solo el Fe presenta concentraciones significativas (1,1 mg/L promedio).

*MA-3*

La estación MA-3 ha sido muestreada en 3 ocasiones, en octubre de 2003 y julio de 2004. El agua fue neutra, con un valor promedio de pH de 7,2. La concentración promedio de STD correspondió a 43,5 mg/L. El agua es de tipo Ca-Na-HCO<sub>3</sub>. Presenta bajas concentraciones de metales.

Cuenca del río Pisit

En la cuenca del río Pisit se monitorearon tres estaciones de calidad de aguas superficiales (Cuadro 3.27). Las estaciones MA-1, MA-5 y MA-13 se ubican aguas abajo del área del proyecto.

A continuación se da una descripción de la hidroquímica de las aguas de la cuenca en cada punto de monitoreo.

*MA-1*

La estación MA-1 se muestreó en 5 ocasiones entre septiembre de 2000 y junio de 2004. El agua fue neutra (pH promedio de 7,3). La concentración promedio de STD correspondió a



50,0 mg/L. El agua es de tipo Na-Ca-HCO<sub>3</sub>. Los valores altos en varios metales, particularmente Fe (valores de hasta 3,1 mg/L y un promedio de 1,8 mg/L), se estima que corresponden a errores analíticos.

#### *MA-5*

La estación MA-5 fue muestreada en 21 ocasiones entre agosto de 2001 y julio de 2006. El agua fue neutra, con un valor de pH promedio de 7,3. La concentración promedio de STD fue de 34,0 mg/L, disminuyendo de la estación seca a la estación lluviosa. El agua puede clasificarse como tipo Ca-SO<sub>4</sub> a ligeramente HCO<sub>3</sub>, disminuyendo los valores de HCO<sub>3</sub> y SO<sub>4</sub> de la época seca a la lluviosa. Se destaca la ocurrencia de valores anómalos de Fe sobre 2,0 mg/L en 2001 y 2003, estos son valores anómalamente altos y que no se han repetido posteriormente. En los meses de octubre de 2005 y marzo de 2006, se presentaron extremos de Cu y Pb.

#### *MA-13*

La estación MA-13 fue muestreada en 20 ocasiones entre agosto de 2001 y julio de 2006. El agua fue casi neutra, con un valor de pH promedio de 7,1 destacando un valor mínimo de 4,9 en agosto de 2001 que es considerado como anómalo. La concentración promedio de STD correspondió a 38,0 mg/L. El agua es de tipo Ca-SO<sub>4</sub> y sólo ocasionalmente bicarbonatada, disminuyendo los valores de HCO<sub>3</sub> y SO<sub>4</sub> de la época seca a la lluviosa. Se destaca la ocurrencia de valores anómalos de Fe con valores sobre 2,0 mg/L, en 2001 y 2003.

#### Evaluación de la calidad de aguas superficiales según la legislación peruana

Para la descripción y evaluación de la calidad de las aguas se ha tomado en cuenta principalmente la Ley General de Aguas (D.L. N° 17752), incluyendo sus posteriores modificaciones.

La ley contiene un listado de 22 parámetros y sus estándares de calidad, los cuales se diferencian según el uso del recurso hídrico en los siguientes tipos:

- I Uso doméstico después de la simple desinfección.
- II Uso doméstico después de tratamiento equivalente a coagulación, sedimentación, filtración y/o cloración.
- III Agua para consumo animal o para regadío de vegetales.
- IV Agua presente en zonas de recreación con probabilidad de entrar en contacto humano directo.

V Agua para producción de mariscos.

VI Agua presente en áreas de preservación de la vida silvestre y pesca recreativa o comercial.

Se han escogido los estándares de la Clase III como primer criterio, ya que es el uso más importante de esta agua en la zona del proyecto. En forma referencial, se han incluido los de la Clase I. En ambas clases, el listado de estándares se refiere a concentraciones de parámetros totales (muestras sin filtrar).

Algunos casos especiales que deben resaltarse para el análisis de las normas y guías de calidad de aguas son:

- Por no existir un estándar para el  $\text{NO}_3$  en la Clase III de la Ley General de Aguas (LGA), se considera el de la Clase I, lo cual es 0,1 mg/L; sin embargo, este valor está muy por debajo de la Guía para Agua Potable de la Organización Mundial de Salud (OMS), que indica un valor de 50 mg/L, siendo 500 veces de magnitud mayor que el definido por la LGA peruana. Por ello, se estima que el límite para  $\text{NO}_3$  se encuentra erróneamente transcrito en la norma peruana.
- Otro caso particular son los fenoles, cuyo límite de detección es de 0,001 mg/L. Este valor coincide con el estándar de la LGA para la Clase III, mientras que el estándar para la Clase I de la LGA (0,0005 mg/L) está por debajo del límite de detección del método analítico. Por lo tanto, para el caso de fenoles sólo se ha utilizado como referente el estándar de la Clase III.
- Asimismo, se puede manifestar que el estándar de Ni (total) en ambas Clases (I y III) es 35 veces más bajo que el valor guía de a OMS para agua potable. Por lo tanto, el estándar para el Ni en la LGA también necesita revisión.
- El estándar del valor de Cu en las Clases I y III parecen estar confundidos, siendo el valor de las Clase III más bajo que el de la Clase I.

Se puede apreciar que los resultados de fenoles en las campañas de marzo de 2004 así como julio y agosto de 2005 sobrepasan muchas veces el estándar de la Clase III, mientras que los resultados de las campañas mensuales en 2006 se encuentran todos por debajo del estándar de esta clase. Como las excedencias ocurren puntualmente durante ciertas campañas mensuales, y no registran ningún valor por encima del estándar en otras campañas mensuales, se supone que las muestras fueron contaminadas por una fuente de error sistemática.

Además, en las campañas de 2003 y 2004, algunos valores de nitratos excedieron el estándar de la Clase I de la LGA. Como en el caso de los fenoles, se supone que las muestras fueron contaminadas por un error sistemático, puesto que las excedencias se registran sólo puntualmente durante ciertas campañas.

Otras excedencias se observan con respecto a Cu y Ni. Estas excedencias se verifican en la estación MA-7 (inmediatamente aguas abajo del futuro tajo Pampa Verde) y en la estación MA-14 (adyacente al futuro tajo San Pedro Sur) y se restringen sólo a la campaña de monitoreo de octubre de 2003.

En el caso del Cu, se observa una leve excedencia (0,53 mg/L) en la estación MA-7 en comparación con el estándar de la Clase III (0,5 mg/L). En el caso de Ni, se tiene dos excedencias, una en la estación MA-7 y una en la estación MA-14, siendo en ambos casos 0,3 mg/L. Sin embargo, considerando que el estándar de Ni es demasiado bajo en la LGA (0,002 mg/L) en comparación con la OMS (0,07 mg/L), tampoco se considera este caso como una excedencia.

#### Reseña de las características de las aguas superficiales

En lo que se refiere a las aguas superficiales, éstas están caracterizadas por un pH mayormente neutro, con un 30% de mediciones con valores inferiores a 6,5. Las aguas son de tipo más variado de Ca-Na-SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub> y se caracterizan por bajos contenidos de STD y consecuentemente bajos valores de CE.

En los sectores altos de la cuenca de la quebrada El Cedro, aguas arriba del área del proyecto, se destaca la ocurrencia de aguas cálcicas y predominantemente bicarbonatadas. Las quebradas que drenan los sectores cercanos a los futuros tajos San Pedro Sur y Pampa Verde presentan aguas predominantemente sulfatadas cálcicas y ocasionalmente bicarbonatadas cálcicas. Sólo muestran tendencias más sódicas las muestras de la estación inmediatamente adyacente a Pampa Verde (MA-7). La única muestra superficial solamente bicarbonatada cálcica se encuentra fuera del ámbito del proyecto (MA-3).

En lo que se refiere a la Ley General de Aguas (LGA), la gran mayoría de los elementos en las aguas superficiales se encuentran bajo los valores establecidos. Se destacan excedencias Cu y Ni en la estación MA-7 (una para Clase III y 3 para Clase I) y una excedencia en Ni en la estación MA-14 (clases I y III), que en verdad no son excedencias, como se ha explicado líneas arriba. Las excedencias de fenoles (para la Clase III) y de nitratos (para la Clase I), se

estima tienen relación con problemas de contaminación en el muestreo y no representan condiciones reales en las aguas superficiales; tampoco hay excedencias de elementos traza.

### ***Calidad de agua subterránea***

Con relación a las aguas subterráneas, se monitoreó un total de once pozos cuyas coordenadas en el Sistema Universal Transversal de Mercator (UTM), elevación y ubicación dentro de las cuencas monitoreadas se presentan en el Cuadro 3.30 y en la Figura 3.14 (Water Management Consultants, 2007). Asimismo, la Tabla 3.9 muestra los niveles freáticos de los pozos de monitoreo.

**Cuadro 3.30**  
**Estaciones monitoreadas de las aguas subterráneas**

Nombre del pozo	Coordenadas UTM		Altitud	Zona
	Este	Norte		
B-1 B	733 654,00	9 245 654,00	3 550	El Cedro
B-3 A	733 653,00	9 245 264,00	3 572	El Cedro
B-5	733 400,00	9 245 000,00		El Cedro
B-6 A	733 124,00	9 245 266,00	3 561	El Cedro
B-7 A	733 199,00	9 245 451,00	3 533	El Cedro
B-9	733 000,00	9 245 000,00	3 544	El Cedro
B-12 A	732 941,00	9 244 550,00	3 560	El Cedro
B-13	732 809,00	9 245 247,00	3 525	El Cedro
B-15 A	732 818,00	9 245 246,00	3 548	El Cedro
B-22	732 563,00	9 245 444,00	3 510	El Cedro
B-23	732 249,00	9 245 470,00	3 474	El Cedro

Fuente: Actualización de los estudios hidrológicos, hidrogeológicos y geoambientales en soporte al EIA, Water Management Consultants (2007)

La Tabla 3.10 muestra las estadísticas de las concentraciones disueltas en aguas subterráneas y a continuación se presenta una descripción de la hidroquímica de las aguas de los pozos en cada punto de monitoreo.

#### ***Pozo B-1B***

Ha sido muestreado en 17 oportunidades desde marzo de 2004 a julio de 2006. El agua de este pozo se destaca por su pH neutro a lo largo del monitoreo, lo que es excepcional considerando que la gran mayoría de los otros pozos tienen valores de pH ácido. Los valores de pH medidos varían entre 6,3 y 7,0 con un promedio de 6,8. La CE varía entre 92,0 y 159,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y el valor STD está entre 28,0 y 119,0 mg/L. Las aguas son del tipo Ca-HCO<sub>3</sub>. Respecto de los elementos metálicos, sólo destacan las relativamente altas concentraciones de Fe que alcanzan un máximo de 5,0 mg/L y un promedio de 2,35 mg/L.

*Pozo B-3A*

Esta estación ha sido muestreada en 15 ocasiones entre junio de 2004 y julio de 2006. Los valores de pH varían entre 5,2 y 6,8 a través de las campañas de muestreo. Presenta aguas del tipo Ca-HCO<sub>3</sub> de forma constante. La CE promedio es de 54 µS/cm y un STD promedio de 32 mg/L. Característicamente, presenta moderadas a altas concentraciones de Pb y Zn, que alcanzan valores de 0,11 mg/L y 0,16 mg/L.

*Pozo B-6A*

Esta estación ha sido muestreada en 16 ocasiones entre junio de 2004 y julio de 2006. Sus aguas son de carácter ácido con pH entre 4,5 y 6,0. Presenta concentraciones de STD bajas, de cerca de 30 mg/L. Las aguas son preferentemente del tipo Ca-HCO<sub>3</sub> a Ca-SO<sub>4</sub>. Se destacan las concentraciones de Fe, Pb y Zn, las que alcanzan valores de hasta 0,9 mg/L, 0,12 mg/L y 0,16 mg/L, respectivamente.

*Pozo B-7A*

Esta estación ha sido muestreada en 16 ocasiones entre junio de 2004 y julio de 2006. Sus aguas tienen valores de pH ácido, entre 5,0 y 6,6 y su calificación es de tipo mixto Ca-HCO<sub>3</sub> a Ca-SO<sub>4</sub>. Su conductividad eléctrica es de 36 µS/cm en promedio y sus aguas representan valores de TDS de 23 mg/L. Se destacan las concentraciones de Fe y As que alcanzan valores de 3,5 mg/L y 0,2 mg/L respectivamente.

*Pozo B-9*

Esta estación ha sido muestreada en 17 ocasiones entre marzo de 2004 y julio de 2006. Sus aguas están caracterizadas por concentraciones moderadas de aniones HCO<sub>3</sub> y SO<sub>4</sub> y son mayoritariamente del tipo Ca-HCO<sub>3</sub> pero varían hasta tipo Ca-SO<sub>4</sub>. Sus pH varían entre 3,5 y 6,7 con un promedio ligeramente ácido de 5,9. La mayoría de los metales presentan concentraciones bajas, se destacan solamente los valores de Fe que alcanzan los 1,5 mg/L.

*Pozo B-12A*

Esta estación ha sido muestreada en 17 oportunidades entre marzo de 2004 y julio de 2006. Las aguas de B-12A tienen valores de pH intermedios a alcalinos entre 6,8 a 8,2 y en conjunto con el pozo B-1B son los únicos pozos de ámbito neutro. El valor promedio de STD es relativamente elevado con un promedio de 165,0 mg/L. El tipo de agua que tiene B-12A es Na-HCO<sub>3</sub>. Las concentraciones metálicas son en general bajas.

*Pozo B-13*

Esta estación ha sido muestreada en 17 oportunidades entre marzo de 2004 y julio de 2006. Tiene aguas de pH 3,2 a 6,9 con un promedio de 5,2. Su acidez comenzó a registrarse en septiembre de 2005, cuando los datos de pH salieron del ámbito intermedio a permanentemente registrar valores ácidos. En cuanto a la CE, se observa que muestra valores muy altos, entre 122,0 y 987,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , el valor de CE más alto en toda la campaña. De igual manera los valores de STD (23,0 a 531,0 mg/L) son elevados, igual como las concentraciones de Fe y Mn, con máximos de 5,4 mg/L y 4,1 mg/L, respectivamente. También, las concentraciones de Cu y Zn son de las mayores registradas y alcanzan máximos de hasta 0,3 y 0,4 mg/L respectivamente. Finalmente, las concentraciones de Al son muy elevadas con concentraciones máximas de 35,9 mg/L. Las aguas en el pozo B-13 son del tipo mixto con aguas tipo Ca-  $\text{HCO}_3$  y que varían a Ca- $\text{SO}_4$  en la fase a fines de 2006, coincidiendo con los valores altos de STD.

La situación de la disminución del pH a niveles menos de 4 en el pozo y al mismo tiempo el aumento de STD,  $\text{SO}_4$  y elementos metálicos, se explica con la oxidación de sulfuros, liberando metales como Fe, Mn y Cu así como incrementando los valores de STD y  $\text{SO}_4$ . Como esta tendencia se observa sólo en este pozo, se asume que se trata de un fenómeno local.

*Pozo B-15A*

Esta estación ha sido muestreada en 17 oportunidades entre marzo de 2004 y julio de 2005. Su pH es ácido a casi neutro con valores entre 4,0 y 6,5. Con el bajo contenido iónico, los valores de CE igual son bajos con un promedio de 19,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Igual los valores STD son bajos con un promedio de 16,0 mg/L. Muestra aguas principalmente del tipo Na-Ca- $\text{SO}_4$ . Se destacan las concentraciones de Fe y Pb que alcanzan máximos de 0,8 mg/L y 0,12 mg/L respectivamente.

*Pozo B-22*

Esta estación ha sido muestreada en 15 oportunidades entre julio de 2004 y diciembre de 2005. Los valores pH son bajos, entre 4,9 y 6,3. El valor de STD se encuentra levemente por debajo del promedio y varía entre 10,0 y 80,0 mg/L. Presenta aguas del tipo totalmente mixto entre Ca- $\text{HCO}_3$  y Ca-Na- $\text{SO}_4$ . Sólo los valores del Cu se destacan ligeramente (máximo 0,09 mg/L).

*Pozo B-23*

Esta estación ha sido muestreada en 15 oportunidades entre julio de 2004 y diciembre de 2005. Su pH está entre 4,5 y 6,0 en el ámbito ácido. Su agua es de tipo Na-SO<sub>4</sub>. El valor de CE varía entre 8,0 y 141,0 µS/cm, estando este valor de 141,0 µS/cm muy por encima del promedio de todas las otras medidas que es menor de 10 µS/cm. Se destacan las concentraciones moderadamente altas de Zn y Pb que alcanzan máximos de 0,80 mg/L y 0,12 mg/L respectivamente.

Evaluación de la calidad de aguas subterráneas

En lo que se refiere a las aguas subterráneas se puede apreciar que los resultados de fenoles en las campañas de marzo de 2004 y agosto de 2005 sobrepasan muchas veces el estándar de calidad de la Clase III, mientras que los resultados de las campañas mensuales en 2006 se encuentran todos por debajo de dicho estándar. Las excedencias ocurren, como en las aguas superficiales, puntualmente durante ciertas campañas mensuales pero sin registrar ningún valor por encima del estándar de calidad en otras campañas mensuales. Por lo tanto, se supone que las muestras fueron contaminadas por una fuente de error sistemática.

Adicionalmente, en las campañas de 2004 algunos valores de nitratos excedieron el estándar de calidad de la Clase I de la LGA. Sin embargo, como las excedencias ocurrieron puntualmente durante ciertas campañas, como en el caso de las aguas superficiales, es de suponer que las muestras fueron contaminadas por un error sistemático.

Reseña de las características de aguas subterráneas

Las aguas subterráneas están caracterizadas por valores de pH de tipo ácido a ligeramente ácido cuya mayoría de los datos se encuentra en el rango menor a 6,5. Las aguas son principalmente del tipo bicarbonatada cálcica (Ca-HCO<sub>3</sub>), bicarbonatada cálcica-sódica (Ca-Na-HCO<sub>3</sub>) y con menor presencia de tipo sulfatada cálcica-sódica (Ca-Na-SO<sub>4</sub>). Una característica típica de las aguas subterráneas del área del proyecto es la casi ausencia de Cl. En comparación con las aguas superficiales, las aguas en mención muestran valores más altos de CE y STD así como un contenido más elevados de elementos metálicos como Al, Mn, Cu, Pb y Zn.

Se destaca una clara zonación, con un predominio de aguas bicarbonatadas cálcicas en la parte alta y oriental del área del proyecto, gradando a aguas predominantemente bicarbonatadas cálcicas pero con una fuerte componente sulfatada en ciertas épocas. Hacia el sector del tajo San Pedro Sur, las composiciones se tornan más sulfatadas con una tendencia de predominio de Na hacia la ubicación del futuro tajo.

Considerando las rocas volcánicas alteradas hidrotermalmente que hospedan el depósito epitermal de La Zanja, las cuales presentan naturalmente elevadas concentraciones de elementos metálicos como Mn, Pb, Zn, Cu, As, Cd, Sb y Hg, no es de extrañar la ocurrencia de estos mismos elementos en las aguas subterráneas de la zona. Este potencial de incorporar elementos de la roca al agua fue demostrada por pruebas de celdas de humedad. Por lo tanto, las aguas estudiadas no se deben simplemente calificar como contaminadas, sino que debieran considerarse como aguas específicas para la zona del proyecto.

### **3.1.9 Potencial de generación de drenaje ácido**

El potencial de generación de drenaje ácido de roca (DAR) de los yacimientos del proyecto han sido estudiados, teniendo en consideración los siguientes documentos:

- Proyecto La Zanja - Evaluación de la Caracterización de Desechos y Costos Preliminares de Cierre (Knight Piésold, 2004d)
- Caracterización geo-ambiental de los depósitos de desmonte y tajos del Proyecto La Zanja (Water Management Consultants, 2007)
- Estudio de Caracterización del Desmonte y de las Paredes de los Tajos de San Pedro Sur y Pampa Verde (Knight Piésold, 2005)

Los estudios antes mencionados (Anexo I), comprendieron la caracterización geoquímica del material de desmonte a generarse durante la etapa de producción, y del material que quedará expuesto en las paredes de los tajos de San Pedro Sur y Pampa Verde. La caracterización geoquímica incluyó una serie de pruebas estáticas y cinéticas, realizadas con muestras tomadas de los testigos de perforación. La interpretación de los resultados obtenidos fue efectuada en base a criterios aceptados internacionalmente, el uso de modelos geo-ambientales permitió determinar el potencial de generación de acidez (PA) y de lixiviación de metales traza tanto en los depósitos de desmonte como en los tajos del proyecto.

Los estudios realizados comprendieron ensayos estáticos de conteo ácido-base (ABA, siglas en inglés) en un total de 79 muestras provenientes del área de San Pedro Sur y Pampa Verde y ensayos cinéticos en una muestra de San Pedro Sur, representativa de las características de ambos tajos. Los resultados de los ensayos estáticos indican que todas las muestras analizadas fueron generadoras de ácido, de acuerdo con sus potenciales netos de neutralización (PNN), los cuales en su mayoría fueron menores que 0 kg CaCO<sub>3</sub>/ton (criterio mínimo por debajo del cual toda muestra se clasifica como generadora de ácido), habiendo algunas muestras (7) que presentaron un PNN mayor que cero pero menor que 20 kg CaCO<sub>3</sub>/ton, los cuales indicarían un potencial incierto de generación de ácido.



Se detalla además que el depósito de desmonte y el tajo San Pedro Sur están compuestos mayoritariamente por tobas con alteración argílica avanzada (87,5% y 60,0%, respectivamente) cuyo potencial de acidez fue clasificado como moderado a alto y cuyo PNN varió entre  $-100,8 \text{ kg CaCO}_3/\text{ton}$  y  $-55 \text{ kg CaCO}_3/\text{ton}$ . El depósito de desmonte y el tajo Pampa Verde, por otro lado, están mayoritariamente compuestos por tobas con alteraciones argílica (49,7% y 25,4%, respectivamente) y argílica avanzada (44,3% y 49,5%, respectivamente). En ambos casos, los potenciales de acidez son moderadamente altos y altos, respectivamente; los PNN van de  $-151,5 \text{ CaCO}_3/\text{ton}$  a  $-37,4 \text{ CaCO}_3/\text{ton}$ . Todos estos ensamblajes geológicos fueron considerados los materiales menos reactivos en los depósitos de desmonte y en los tajos de San Pedro Sur y Pampa Verde ya que provienen de las zonas más superficiales (zona lixiviada) del yacimiento, donde el contenido de sulfuros metálicos es menor, mientras que a mayores profundidades se advierte mayores contenidos de sulfuros metálicos (y por ende del potencial de generación de ácido). Adicionalmente, las pruebas cinéticas realizadas en una muestra compuesta por rocas de alteración argílica avanzada, argílica intermedia y silicificada, produjo lixiviados ácidos con valores de pH en el rango de 2-3 y con altas concentraciones de metales traza durante las 20 semanas de duración del ensayo.

Los estudios realizados por Knight Piésold (2005) incluyeron ensayos ABA en un total de 41 muestras provenientes de las zonas de mineralización lixiviadas de San Pedro Sur y Pampa Verde y ensayos cinéticos en un total de 2 muestras compuestas, una proveniente de San Pedro Sur y la otra de Pampa Verde. Todas las muestras analizadas clasificaron como generadoras de ácido, con altos PA y potenciales de neutralización (PN) bajos o nulos. Los PNN fueron negativos para todas las muestras analizadas, variando entre  $-3,4 \text{ kg CaCO}_3/\text{ton}$  y  $-256 \text{ kg CaCO}_3/\text{ton}$ , indicando así la fuerte tendencia a producir acidez de este material. Las muestras sometidas a pruebas de celdas de humedad produjeron ácido durante las 20 semanas de la prueba, con valores finales de pH que llegaron a 2,4 mientras que la CE, indicadora del contenido de solutos en los lixiviados, llegó a  $754 \text{ uS/cm}$ . El estudio advierte que la zona primaria (también llamada zona sulfurada) que quedará expuesta en las paredes de los tajos y que no fue considerada debido a que no será minada, requiere atención especial.

En cuanto a la liberación de metales al ambiente por parte de los depósitos de desmonte y los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde, los estudios incluyeron además de la prueba de celda de humedad antes mencionada, pruebas de lixiviación en un total de 24 muestras. De todas las muestras, aquellas que representaban el 90% del depósito de desmonte San Pedro Sur y el 60% de la pared del tajo (alteración argílica avanzada) presentaron los valores más bajos de lixiviación de metales; mientras que aquellas que representaban el 94% del depósito de

desmante Pampa Verde presentaron lixiviados con concentraciones de cobre, hierro y zinc por encima de límites máximos permisibles aplicables al proyecto. La geoquímica de todos estos materiales, sin embargo mostraba un potencial muy alto de lixiviación para todos los metales. La prueba de celda de humedad da cuenta además de altas concentraciones de metales traza, incluyendo manganeso, hierro, cobre, zinc, níquel, arsénico y antimonio.

Los resultados de las pruebas de lixiviación indican que los lixiviados del depósito de desmante San Pedro Sur presentarán concentraciones que exceden las normas de efluentes del MINEM para cobre y hierro; así como en los lixiviados del depósito de desmante Pampa Verde y los de ambos tajos donde se exceden también los límites para cobre y hierro. Los estudios advierten sobre la lixiviación de concentraciones importantes de hierro, aluminio, arsénico, plomo, plata y elementos de tierras raras (lantano, cerio, neodimio, etc), sobre la base de los lixiviados de las celdas de humedad. Estos estudios además notaban que las pruebas de oxidación acelerada o acidez neta (NAG, por sus siglas en inglés) indicaban un potencial muy alto de lixiviación de una amplia gama de metales traza.

Los resultados obtenidos corroboraron las predicciones de estudios anteriores, los cuales haciendo uso de los modelos geo-ambientales predecían el comportamiento del yacimiento. Los modelos geo-ambientales comparan yacimientos similares en otras partes del mundo, tomando como base la geología y otras características importantes (como el clima y la hidrología) para predecir el comportamiento ambiental del yacimiento en el tiempo. Según estos modelos y de acuerdo con todos los datos disponibles sobre La Zanja y a la correlación que tiene con los yacimientos genéricos tipo descritos por Cox y Singer (1986), el yacimiento La Zanja fue clasificado como un yacimiento de alta sulfuración (enargita-Au-Ag) o yacimiento de cuarzo-alunita.

Estos tipos de yacimientos, como su nombre lo indica, contienen altas cantidades de sulfuros y son conocidos por su alto potencial de generación de acidez y lixiviación de grandes cantidades de una gran variedad de metales al ambiente. Por estas razones, los materiales de las zonas de San Pedro Sur y Pampa Verde no debieran ser expuestos al ambiente a menos que se cuente con planes de revestimiento de las paredes de los tajos y recubrimiento de los depósitos de desmante; además de sistemas activos de tratamiento de aguas durante y después del minado y/o sistemas pasivos de tratamiento para el largo plazo, tal como se indica en el plan de cierre conceptual. Adicionalmente, se debe contar con programas de monitoreo de la calidad de las aguas subterráneas y superficiales que incluyan una amplia gama de metales traza.

### **3.2 Ambiente biológico**

Esta sección contiene información sobre el ecosistema terrestre, el cual está conformado por la flora y la vegetación y por la fauna silvestre. Incluye información sobre las zonas de vida presentes en el área del proyecto, sobre las formaciones vegetales presentes y su composición florística, sobre especies de flora consideradas como especies raras, amenazadas y en peligro de extinción. En cuanto a la fauna silvestre, se incluye información sobre los hábitats presentes y las especies de fauna, los resultados de la evaluación cualitativa y cuantitativa de avifauna y se mencionan las especies en estado especial de conservación y endemismo.

También incluye información sobre el ecosistema acuático entre la cual se cuenta el análisis biofísico del hábitat acuático para las micro cuencas El Cedro y Pisit, y los resultados de las evaluaciones sobre los organismos bentónicos en las micro cuencas El Cedro y Pisit y sobre las poblaciones de peces en las micro cuencas de los ríos El Cedro y Pisit.

Esta sección incluye también información sobre áreas naturales protegidas en la zona del proyecto.

#### **3.2.1 Ecosistema terrestre**

En esta sección se presenta información sobre las zonas de vida, formaciones vegetales y especies de flora y fauna presentes en el área del presente estudio. Los estudios incluyeron revisión de bibliografía, trabajos de fotointerpretación, evaluaciones de campo (cualitativas y cuantitativas) y recopilación de información entre la población local. La información obtenida sobre las especies de flora y fauna presentes en la zona, fue comparada con las listas nacionales e internacionales de especies raras, vulnerables o en peligro de extinción y con listas de endemismo (para las aves).

Las evaluaciones de campo sobre flora realizadas por Knight Piésold correspondieron a las estaciones seca (agosto) y lluviosa (octubre/noviembre) del año 2001, a la estación lluviosa (diciembre) del año 2003 y a la estación seca (setiembre) de 2006. Estas evaluaciones se llevaron a cabo en las partes altas de las micro cuencas del río Pisit y de la quebrada El Cedro y en la parte media de la micro cuenca El Cedro. Comprendieron las sub cuencas Del Panteón, Vizcachas, Garay, San Lorenzo y Culaque para el río Pisit y las sub cuencas La Cuchilla, De la Playa, La Cárcel, Mina, Alcaparrosa, Cocán y Bancuyoc para la quebrada El Cedro.

### **3.2.2 Flora y vegetación**

#### **3.2.2.1 Zonas de vida**

El sistema Holdridge es un sistema de clasificación que se distingue porque define, en forma cuantitativa, la relación que existe entre los factores principales del clima y la vegetación. La biotemperatura, precipitación y humedad ambiental, que conforman los factores climáticos fundamentales, son considerados como factores “independientes”, mientras que los factores bióticos son considerados como “dependientes”, es decir, subordinados a la acción directa del clima en cualquier parte del mundo.

Según ONERN (1976) e INRENA (1995) el área de estudio ocupa las zonas de vida del bosque húmedo - Montano Bajo Tropical (bh-MBT) y bosque muy húmedo - Montano Tropical (bmh-MT) en las micro cuencas El Cedro y Pisit (Figura 3.16 y Fotografías 3.58 y 3.59).

Para el sistema de zonas de vida, Holdridge reconoció que dentro de cualquier división natural del clima existen variaciones locales en la fisonomía de la vegetación, vinculadas a las condiciones específicas de topografía, suelo, exposición, actividad animal e inclusive la actividad humana.

#### **3.2.2.2 Formaciones vegetales presentes y su composición florística**

Tal como fue reconocido por Holdridge, al interior de las zonas de vida existen variaciones fisonómicas de la vegetación, debidas a factores propios del lugar tales como exposición, pendiente tipo de suelo y otros; las cuales pueden ser denominadas formaciones vegetales y ser bastante diferentes entre sí.

El trabajo de campo realizado por Knight Piésold, muestra que en el área de estudio existen formaciones vegetales, que han sido denominadas: bofedal, césped de arroyo, pajonal de jalca, matorral, bosque de neblina, vegetación de abrigo rocoso, vegetación de roquedal y vegetación de fondo de quebrada (Fotografías 3.60 a 3.77), además de áreas intervenidas que son utilizadas como potreros y campos de cultivo.

La evaluación de la composición florística y riqueza de especies (cuya metodología se describe en el Anexo J), determinan que el área del proyecto se circunscribe a zonas variables en la composición de sus especies y con una biodiversidad alta, como en el bosque de neblina. Existen ambientes diversos, unos con gran pendiente y pedregosidad, como en las laderas en las que se desarrolla el bosque de neblina y en las que lo rodean; zonas llanas como las que ocupan los pajonales, áreas inundadas como en el caso de los bofedales, zonas de roca

expuesta con vegetación dispersa y transiciones entre los ambientes ya mencionados. La Figura 3.17 muestra los lugares en los que se realizaron las evaluaciones cualitativas de campo. En las Tablas 3.11 y 3.12 se incluyen las listas de especies registradas en las microcuencas El Cedro y Pisit, respectivamente.

Como resultado de la evaluación cuantitativa de las especies botánicas (evaluación de campo del año 2006), mediante transectos (30 m y 100 m), parcelas (100 m<sup>2</sup> y 500 m<sup>2</sup>) y sub-parcelas (1 m<sup>2</sup> y 4 m<sup>2</sup>), en 25 estaciones de muestreo cuya ubicación se muestra en la Figura 3.18 y en la Tabla 3.13, se describen un total de 238 especies botánicas agrupadas en 81 familias y 184 géneros. De estas especies, 44 son de porte arbóreo, 29 de porte arbustivo y 165 de porte herbáceo (Tabla 3.14). Por abundancia de especies, las familias más notables son la *Asteraceae*, *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Ericaceae*, *Melastomataceae*, *Rosaceae*, *Rubiaceae*, y *Solanaceae*. Siendo la familia con especies de más amplia distribución la *Poaceae*, encontrándosele en todas las formaciones vegetales, incluso dentro del bosque de neblina (en los claros y bordes).

Las evaluaciones de campo también han permitido apreciar que en la zona existe un largo proceso de ocupación humana, donde en determinadas zonas se ha eliminado la vegetación natural para implementar cultivos y en otras zonas, la selectividad del ganado ha determinado variaciones en la composición de la comunidad vegetal. Grandes extensiones de pajonal de jalca, matorral y bosque de neblina, han sido transformadas mediante actividades agrícolas, pecuarias y por la extracción de madera, en zonas de transición como son el Pajonal-Matorral, Césped-Pajonal y Matorral-Bosque.

### ***Bofedal***

Conocido también con el nombre de oconal, es una formación vegetal andina que se presenta sobre suelos saturados de agua. Esta formación vegetal se presenta relacionada con cursos de agua, manantiales y depósitos de aguas superficiales. Está asociada con terrenos de poca capacidad de infiltración y de escasa pendiente, de tal modo que el agua circula muy lentamente. Sin embargo, es importante tener en cuenta que no todas las formaciones vegetales que se encuentran sobre suelos inundados en la zona se pueden considerar bofedales. Puede existir inundaciones temporales de suelos donde se desarrollan los pajonales y el césped de arroyo.

Los bofedales más importantes en extensión se ubican en las partes altas de las micro cuencas El Cedro (pampa Del Bramadero) y Pisit (pampa Cuyoc, ubicada entre los cerros Alcaparrosa y Chinchimal). Otros bofedales de pequeña extensión fueron encontrados diseminados a lo largo de las quebradas evaluadas en ambas micro cuencas.

En el bofedal para la micro cuenca El Cedro, se registraron 37 especies agrupadas en 17 familias botánicas. Las familias botánicas más representativas son *Poaceae*, *Asteraceae*, *Cyperaceae* y *Sphagnaceae*, con una cobertura vegetal sobre el terreno para la familia *Poaceae* de 25,07% a 66,97%, *Asteraceae* de 2,57% a 4,79%, *Cyperaceae* de 4,58% a 36,50% y *Sphagnaceae* de 5,00% a 24,32%. Las especies dominantes en esta formación vegetal son *Paspalum tuberosum*, *Calamagrostis macrophylla*, *Calamagrostis tarmensis*, *Paspalum bonplandianum*, *Muhlebergia ligularis*, *Lycopodium sp.*, *Cotula australis*, *Carex pichinchensis*, *Eleocharis albibracteata*, *Hypochaeris spp.*, *Werneria nubigena*, *Oritrophium peruvianum*, *Senecio pimpinifolius* y *Sphagnum sp.*

Para la micro cuenca del río Pisit se registraron 25 especies agrupadas en 13 familias, siendo las más representativas las familias *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Juncaceae*, *Ranunculaceae* y *Rubiaceae*, con una cobertura vegetal promedio sobre el terreno para la familia *Poaceae* de 17,88%, *Cyperaceae* de 37,15%, *Juncaceae* 5,06%, *Ranunculaceae* de 10,52% y *Rubiaceae* de 6,54%. Las especies dominantes en esta formación vegetal son *Calamagrostis rigescens*, *Bromus pitensis*, *Agrostis haenkeana*, *Eleocharis albibracteata*, *Luzula racemosa* y *Ranunculus flageliformis*.

La cobertura promedio para este tipo de formación vegetal fue de 97,86% a 100% y se le encontró ocupando áreas con pendiente de 5% a 25%, de tal forma que las especies vegetales se presentan creciendo muy juntas unas respecto de las otras y esto hace muy difícil su conteo unitario. Adicionalmente, muchas de estas especies presentan propagación vegetativa por rizomas, lo que hace menos probable diferenciar a los individuos unitariamente. Es por este motivo que no se pueden determinar densidades específicas para esta formación vegetal, la cual es una formación vegetal de porte bajo, de color verde oscuro o intenso, que oscila entre los 6,5 cm y 11,9 cm de altura en promedio y está conformada por especies de flores pequeñas poco notorias, generalmente de tallo corto arrosado y/o rastrero.

Para su evaluación cuantitativa en campo se trabajaron transectos de 30 m de largo, los cuales resultaron apropiados en longitud, según la pendiente de las curvas de especie-área correspondientes (Gráficos 3.19 a 3.23). De la evaluación cuantitativa se obtuvo para el bofedal, un valor de diversidad mediante el Índice de Shannon (H) que osciló entre H=2,30 y

$H=3,29$  y un  $H$  (máximo) = 3,45 a 4,80. La equidad ( $e$ ) osciló entre  $e=0,66$  y  $e=0,78$ . Resultados que nos indican que el bofedal tiene un diversidad específica media, con una distribución moderada sobre el terreno (Tablas 3.15 a 3.19).

### **Césped de arroyo**

Esta formación vegetal se encuentra ocupando suelos húmedo pero no pantanosos. Presenta vegetación baja y tupida que puede alcanzar entre los 5,4 cm y 8,9 cm de altura en promedio. Está compuesta por hierbas pequeñas de color verde intenso que en conjunto forman una tupida capa de vegetación que determina una cobertura del 100% sobre el terreno. Esta formación vegetal ocupa las zonas cercanas a los cursos de agua en terrenos llanos, con pendientes entre 5% y 10%.

En la micro cuenca El Cedro, se registraron 17 especies agrupadas en 10 familias botánicas. Las familias botánicas más representativas por su importancia en cobertura promedio sobre el terreno, son: *Poaceae* (30,07%), *Rosaceae* (43,32%), *Asteraceae* (1,71%), *Cyperaceae* (4,17%) y *Geraniaceae* (8,49%). Las especies dominantes en esta formación vegetal son: *Calamagrostis rigescens*, *Agrostis haenkeana*, *Paspalum tuberosum*, *Dissanthelium macusaniense*, *Lachemilla orbiculata*, *Lachemilla pinnata*, *Geranium pavonianum*, *Eleocharis albibracteata*, *Cotula australis* y *Gamochoaeta americana*.

En la micro cuenca del río Pisit, se registraron 19 especies agrupadas en 10 familias botánicas. Las familias botánicas más representativas por su importancia en cobertura promedio sobre el terreno, son: *Poaceae* (41,45%), *Rosaceae* (27,88%), *Asteraceae* (1,01%), *Cyperaceae* (7,38%) y *Geraniaceae* (0,94%). Las especies dominantes en esta formación vegetal son: *Calamagrostis rigescens*, *Agrostis haenkeana*, *Paspalum tuberosum*, *Bromus pitensis*, *Poa Pardoana*, *Lachemilla orbiculata*, *Lachemilla pinnata*, *Geranium pavonianum*, *Geranium weddelii*, *Carex sp.*, *Eleocharis albibracteata* e *Hypochaeris taraxacoides*.

Para su evaluación cuantitativa en campo, se trabajaron transectos de 30 m de largo, los cuales resultaron apropiados en longitud, según la pendiente de las curvas de especie-área correspondientes (Gráficos 3.24 y 3.25). De la evaluación cuantitativa se obtuvo para el Césped de Arroyo, una diversidad mediante el Índice de Shannon - Wiener ( $H$ ) que osciló entre  $H=3,29$  y  $H=3,30$ ; y un  $H$  (máximo) = 4,08 a 4,24. La equidad ( $e$ ) osciló entre  $e = 0,77$  y  $e = 0,80$ . Los resultados obtenidos indican que el Césped de Arroyo tiene una diversidad específica alta, con una distribución bastante homogénea sobre el terreno (Tablas 3.20 y 3.21).

### ***Pajonal de jalca***

Esta formación vegetal se encuentra ocupando suelos fundamentalmente llanos, pero también se puede presentar en suelos de pendiente y algo pedregosos, asociados a arbustos dispersos. Se caracteriza por la presencia de pastos de porte alto, entre 25 cm y 57 cm de altura promedio, los que se distribuyen en forma de manojos separados e intercalados sobre un estrato cespitoso de 8,3 cm a 13,9 cm de altura promedio. Los pobladores locales queman anualmente el pajonal para que broten hojas tiernas apetecibles para el ganado y como consecuencia de esta costumbre se modifica la composición de la vegetación, incrementándose el desarrollo del estrato cespitoso.

Esta vegetación se registra generalmente en áreas altas y expuestas al viento, sobre suelos más o menos profundos, oscuros y de escorrentía lenta; en las micro cuencas El Cedro (partes altas de las quebradas La Cuchilla, De La Playa, Bancuyoc, La Cárcel y Cocan; partes altas de los cerros Pampa Verde y San Pedro Sur y en la pampa Del Bramadero) y Pisit (partes altas de las quebradas Vizcachas y Del Panteón; partes alta y media de la quebrada Garay y a lo largo de las quebradas Culaque y San Lorenzo).

En la micro cuenca de la quebrada El Cedro, se registraron 68 especies agrupadas en 30 familias botánicas. Las familias más representativas por su importancia en cobertura sobre el terreno son la *Poaceae* 61,19% a 84,12%, *Asteraceae* 1,47% a 24,76%, *Cyperaceae* 2,59% a 2,63%, *Apiaceae* 0,33% a 2,59%, *Clusiaceae* 0% a 5,17% y *Rosaceae* 0% a 7,95%. Las especies dominantes en esta formación vegetal son: *Calamagrostis tarmensis*, *Calamagrostis macrophylla*, *Paspalum tuberosum*, *Agrostis haenkeana*, *Poa pardoana*, *Werneria nubigena*, *Gamochaeta americana*, *Chaptalia similis*, *Baccharis caespitosa*, *Eryngium humile*, *Carex pichinchensis*, *Luzula racemosa*, *Geranium pavonianum*, *Hypericum laricifolium* y *Alchemilla orbiculata*. Esta vegetación alcanza en promedio una cobertura del 99,55% sobre el terreno.

En la micro cuenca del río Pisit se registraron 62 especies agrupadas en 25 familias botánicas. Las familias más representativas por su importancia en cobertura sobre el terreno son la *Poaceae* 40,49%, *Asteraceae* 6,25%, *Apiaceae* 4,41%, *Rosaceae* 11,85%, *Cyperaceae* 13,42%, *Geraniaceae* 1,72% y *Violaceae* 3,60%. Las especies dominantes en esta formación vegetal son: *Calamagrostis tarmensis*, *Calamagrostis macrophylla*, *Paspalum tuberosum*, *Agrostis haenkeana*, *Vulpia australis*, *Dissanthelium macusaniense*, *Bidens triplinervia*, *Gamochaeta americana*, *Baccharis caespitosa*, *Oriomyrris andicola*, *Carex pichinchensis*, *Luzula racemosa*, *Geranium weddellii*, *Lachemilla orbiculata* y *Viola arguta*. Esta vegetación alcanza en promedio una cobertura del 96,40% sobre el terreno.



Para su evaluación cuantitativa en campo, se trabajaron transectos de 30 m de largo los cuales resultaron apropiados en longitud, según la pendiente de las curvas de especie-área correspondientes (Gráficos 3.26 a 3.29). De la evaluación cuantitativa se obtuvo para el pajonal, mediante el Índice de Shannon - Wiener (H), una diversidad que osciló entre  $H=2,10$  y  $H=3,98$  y un  $H$  (máximo) = 4,39 a 5,00. La equidad (e) osciló entre  $e = 0,47$  y  $e = 0,79$ . Estos resultados indican que el pajonal tiene una diversidad específica media-alta, con una distribución media sobre el terreno (Tablas 3.22 a 3.25).

### ***Matorral***

Siguiendo hacia el fondo de las quebradas, en el piso altitudinal inferior al pajonal de jalca, la vegetación empieza a cambiar y a ser representada por especies arbustivas asociadas con plantas herbáceas. En el área de estudio, el matorral no está constituido exclusivamente por plantas arbustivas sino que algunas plantas herbáceas, principalmente Poaceas, están inmersas en esta formación. En esta formación vegetal las densidades de los arbustos, con respecto al pajonal, son variables; pueden existir zonas con una mayor contribución de especies arbustivas y zonas ralas con una con una mayor presencia del pajonal.

En la micro cuenca de la quebrada El Cedro, se registraron 57 especies agrupadas en 27 familias botánicas. A su vez, dentro del matorral se distingue un estrato compuesto netamente por arbustos, el cual cubre en promedio el 32,54% del terreno, alcanzando los arbustos un diámetro de copa promedio de 0,48 m y una altura promedio de 0,81m. Este estrato puede alcanzar una densidad de 15 433,33 arbustos/ha. Las familias botánicas más notorias por su importancia en cobertura sobre el terreno, son: *Asteraceae* 12,74% a 38,03%, *Melastomataceae* 5,77% a 60,15%, *Rosaceae* 1,30% a 1,96%, *Clusiaceae* 1,0% a 67,16%, *Ericaceae* 0% a 29,02% y *Cyatheaceae* 0% a 38,07%. Las especies dominantes de este estrato son: *Gynoxys longifolia*, *Gynoxys tomentosissima*, *Baccharis tricuneata*, *Ageratinia exsertovenosa*, *Brachyotum longisepalum*, *Meriania radula*, *Miconia sp.*, *Brachyotum rosmarinifolium*, *Rubus urticifolius*, *Esperomeles sp.*, *Esperomeles cuneata*, *Hypericum laricifolium*, *Disterigma alaternoides* y *Cyathea sp.* También se observa un estrato herbáceo, con plantas que cubren el 100% del terreno, alcanzando una altura promedio de 22,7cm; donde destacan por su importancia, en cobertura sobre el terreno, las siguientes familias botánicas: *Poaceae* 12,57% a 36,45%, *Ericaceae* 3,16 a 19,71%, *Asteraceae* 1,41% a 16,85%, *Melastomataceae* 6,96% a 7,83%, *Iridaceae* 0,47% a 10,42%, *Malvaceae* 0% a 13,12% y *Polytrichaceae* 40% a 100%. Las especies dominantes de este estrato son: *Paspalum tuberosum*, *Vulpia australis*, *Calamagrostis macrophylla*, *Poa pardoana*, *Disterigma sp.*, *Gaultheria tomentosa*, *Gamochoeta americana*, *Hieracium sp.*, *Gynoxys buxifolia*, *Miconia rotundifolia*, *Orthrosanthus chimboracensis* y *Acaulimalva alismatifolia*.

En la micro cuenca del río Pisit se registraron 65 especies agrupadas en 22 familias botánicas. A su vez, dentro de este matorral se distingue un estrato netamente arbustivo que cubre en promedio el 58% del terreno; los arbustos alcanzan un diámetro de copa promedio de 0,49 m, y tienen una altura promedio de 0,91 m, pudiendo alcanzar una densidad de 22 100,00 arbustos/ha. Las familias botánicas más notorias, por su importancia en cobertura sobre el terreno, son: *Asteraceae* 63,77% y *Clusiaceae* 36,23%. Las especies dominantes de este estrato son: *Baccharis tricuneata*, *Ageratina excertovenosa* y *Hypericum laricifolium*. También se observa un estrato herbáceo, con plantas que cubren el 87,53% del terreno y que alcanzan una altura promedio de 15,19 cm. Destacan por su importancia, en cobertura sobre el terreno, las siguientes familias botánicas: *Poaceae* 30,15%, *Iridaceae* 21,95%, *Asteraceae* 3,07%, *Cyperaceae* 14,21%, *Polygonaceae* 12,16% y *Polytrichaceae* 14,61%. Las especies dominantes de este estrato son: *Paspalum tuberosum*, *Calamagrostis macrophylla*, *Poa pardoana*, *Bromus pitensis*, *Orthrosanthus chimboracensis*, *Bidens sp.*, *Carex sp.*, *Rumex acetocella* y *Polytrichum sp.*

Para la evaluación cuantitativa en campo del matorral, se trabajaron parcelas de 100 m<sup>2</sup> para el estrato arbustivo y sub-parcelas de 1 m<sup>2</sup> para el estrato herbáceo, las cuales resultaron apropiadas en superficie según la pendiente de las curvas de especie-área correspondientes (Gráficos 3.30 a 3.34). De la evaluación cuantitativa mediante el Índice de Shannon - Wiener (H), se obtuvo para el matorral una diversidad que osciló entre H=1,13 a H=2,72; y un H (máximo)= 1,58 a 3,90. La equidad (e) osciló entre e = 0,44 y e = 0,71; resultados que nos indican que el matorral tiene una diversidad específica baja, con una distribución media sobre el terreno (Tablas 3.26 a 3.29).

También se evaluaron áreas que en el pasado fueron matorrales y donde hoy predomina el pajonal con arbustos muy dispersos, las cuales coinciden con áreas de matorral que en el pasado han sido quemadas sistemáticamente por los pobladores locales para ampliar los pastizales del ganado vacuno. En estas áreas decrece el número de especies a 23, agrupadas en 17 familias botánicas, donde las familias más importantes, por sus cobertura, son: *Poaceae* (63,91%), *Apiaceae* (11,46%), *Asteraceae* (1,94%) y *Polytrichaceae* (12,69). Las especies más comunes en estas zonas intervenidas por quema son: *Paspalum tuberosum*, *Calamagrostis macrophylla*, *Poa pardoana*, *Calamagrostis tarmensis*, *Arracacia peruviana*, *Gynoxys longifolia*, *Puya sp.*, *Cyathea sp.*, *Senecio pimpinifolius*, *Werneria nubígena*, *Miconia rotundifolia* y *Polytrichum sp.* De la evaluación cuantitativa en campo mediante el Índice de Shannon (H), se obtuvo una diversidad de H = 2,86, un H (máximo) = 4,52. La equidad fue de e = 0,63 (Tabla 3.30). Dichos resultados indican una diversidad específica media, con una distribución también media sobre el terreno, lo que es expresado en una

dominancia de los pastos (*Poaceae*) y otras herbáceas, acompañados de arbustos distanciados. Dichos arbustos cuentan con un diámetro de copa promedio de 0,41 cm y una altura promedio de 0,57 cm. Para el estrato herbáceo, la altura promedio fue de 27,25 cm. La cobertura para ambos estratos, fue de 93,77%.

### ***Bosque de neblina***

Es una formación boscosa fisonómicamente semejante a la selva alta, de color verde intenso, donde abundan las especies de hojas pequeñas a medianas y de consistencia coriácea a suculenta (*Clusiaceae*, *Orchideaceae* y *Piperaceae*). Presenta una estructura vertical triestratificada (estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo) y un alto epifitismo de bromelias, orquídeas, helechos, musgos y líquenes. La vegetación exuberante se debe a las lluvias, a las temperaturas templadas y frías; y a la abundante y casi permanente humedad atmosférica originada por las neblinas. Este tipo de bosque se ubica en la micro cuenca El Cedro, en las partes altas de las quebradas La Mina, Cocán, El Cedro; en la parte baja de las quebradas El Cedro, Bancuyoc y La Cárcel; a lo largo de las quebradas La Mina, Cocán y La Cuchilla; en la ladera baja del cerro Campana y en la ladera baja y media de los cerros San Pedro Sur y Pampa Verde. El bosque ocupa laderas con pendientes entre 40% y 90% y tiene una cobertura sobre el terreno del 100%.

En esta formación vegetal se registraron 272 especies distribuidas en 82 familias botánicas. Al caracterizar el estrato arbóreo-arbustivo, se encontró que las familias botánicas más importantes por su cobertura son: *Asteraceae* 0,79% a 5,60%, *Cloranthaceae* 21,37% a 28,44%, *Melastomataceae* 2,91% a 16,91%, *Cunoniaceae* 4,27% a 21,83%, *Rubiaceae* 0,06% a 6,67%, *Symplocaceae* 0,63% a 24,39%, *Cyatheaceae* 1,89% a 10,73%, *Solanaceae* 1,87% a 9,31%, *Clusiaceae* 7,99% a 35,04%, *Myrsinaceae* 3,34% a 21,75%, *Myrtaceae*, 0,20% a 1,12%, *Rosaceae* 0% a 3,24%, *Lauraceae* 0,17% a 7,24%, *Piperaceae* 0% a 1,15%, *Podocarpaceae* 0% a 6,18%, *Grossulariaceae* 0% a 0,1% y *Clethraceae* 0% a 5,01%. Las especies más comunes son: *Baccharis ledifolia*, *Gynoxys tomentosissima*, *Hedyosmum scabrum*, *Miconia crassistigma*, *Miconia sp.*, *Meriania radula*, *Meriania sp.*, *Axinaea sp.*, *Miconia aspergiliaris*, *Weinmannia bangii*, *Weinmannia pubescens*, *Weinmannia chryseis*, *Cinchona sp.*, *Psychotria ottonis*, *Symplocos sp.*, *Cyathea sp.*, *Cestrum conglomeratum*, *Dunalia sp.*, *Clusia sp.*, *Myrsine andina*, *Myrsine pearcei*, *Eugenia sp.*, *Myrcianthes sp.*, *Prunus integrifolia*, *Hesperomeles sp.*, *Polylepis multijuga*, *Rubus urticifolius*, *Nectandra sp.*, *Ocotea sp.*, *Piper acutifolium*, *Piper lanceifolium*, *Podocarpus oleifolius*, *Escallonia myrtilloides*, *Escallonia resinosa*, *Clethra cuneata*, *Clethra sp.* y *Chusquea scandens*. Especies que en conjunto alcanzan una cobertura sobre el terreno del 100%, con diámetros de copas que se superponen y que van desde los 0,70 m a los 13,5 m, con un diámetro de copa

promedio de 3,23 m. Los fustes alcanzan entre 3,5 cm y 66,0 cm de diámetro, con un diámetro a la altura del pecho (DAP) promedio de 14,88 cm. Estas especies alcanzan alturas entre 1,5 m y 25 m, con una altura promedio de 6,99 m. En conjunto, para las especies arbóreo-arbustivas se calcula una densidad de 2 095,00 individuos/ha.

Para la evaluación cuantitativa del bosque de neblina se trabajaron parcelas de 500 m<sup>2</sup> para el estrato arbóreo-arbustivo y sub-parcelas de 4 m<sup>2</sup> para el estrato herbáceo y la regeneración natural dentro del sotobosque, las cuales resultaron apropiadas en superficie según la pendiente de las curvas de especie-área correspondientes (Gráficos 3.35 a 3.39). De la evaluación cuantitativa mediante el Índice de Shannon - Wiener (H), se obtuvo una diversidad que osciló entre H = 2,63 a H = 3,80 y un H (máximo) = 3,70 a 4,58. La equidad (e) osciló entre e = 0,69 y e = 0,83. Resultados que nos indican que el bosque de neblina tiene una diversidad específica alta, con una distribución bastante homogénea sobre el terreno (Tablas 3.31 a 3.34).

Al caracterizar el estrato herbáceo del sotobosque, podemos encontrar especies adaptadas a la vida bajo la sombra de los árboles, así como especies trepadoras tipo lianas o bejucos, además de la regeneración natural del bosque. En conjunto, estas especies cubren en aproximadamente el 50,40% de la superficie del sotobosque (*Polytrichum* cubre entre 30% y 90%). El sotobosque alcanza una altura promedio de 43,08 cm. Mediante las evaluaciones de campo, en parcelas de 4 m<sup>2</sup> y sub-parcelas de 1 m<sup>2</sup>, se registró la regeneración natural del bosque mediante la presencia de las siguientes familias botánicas: *Asteraceae*, *Cunoniaceae*, *Cyatheaceae*, *Melastomataceae*, *Myricaceae*, *Myrsinaceae*, *Rubiaceae*, *Symplocaceae*, *Solanaceae*, *Lauraceae*, *Cloranthaceae*, *Araliaceae*, *Grossulariaceae*, *Podocarpaceae*, *Meliaceae* y *Rosaceae*. Estas familias son representadas por las siguientes especies y su densidad (Nº plantones/m<sup>2</sup>): *Baccharis ledifolia* (0,86), *Weinmannia chryseis* (0,06), *Cyathea sp.* (0,13), *Miconia crassistigma* (0,33), *Axinaea sp.* (0,20), *Brachyotum coronatum* (0,06), *Brachyotum rosmarinifolium* (2,73), *Miconia aspergilaris* (0,60), *Meriania sp.* (0,40), *Morella pubescens* (0,13), *Myrsyne pearcei* (0,80), *Cinchona sp.* (0,60), *Symplocus sp.* “cascapilla” (0,73), *Symplocus sp.* “Choloquillo” (0,80), *Cestrum conglomeratum* (0,26), *Ocotea sp.* (0,06), *Hedyusmun scabrum* (0,20), *Schefflera sp.* (0,13), *Escallonia resinosa* (0,06), *Podocarpus oleifolius* (0,06), *Hesperomeles sp.* (0,06), *Cedrela montana* (0,06).

Entre los géneros más comunes de plantas de sombra, orquídeas, helechos y trepadoras, que crecen en el sotobosque se tiene: *Anthurium*, *Peperomia*, *Aspilia*, *Brachyotum*, *Myrteola*, *Fuchsia*, *Bomarea*, *Cyperus*, *Carex*, *Paspalum*, *Poa*, *Chusquea*, *Rubus*, *Galium*, *Citronella*, *Dioscorea*, *Pitcairnia*, *Oxalis*, *Elleanthus*, *Epidendrum*, *Fernandezia*, *Oncidium*,

*Pleurothallis, Cranichis, Stelis, Prescottia, Odontoglossum, Telipogon, Blechnum, Asplenium, Dicranopteris, Melpomene, Hymenophyllum, Elaphoglossum, Pleopeltis, Eriosorus y Vittaria.*

Un aspecto adicional a considerar es que en los alrededores del bosque existen zonas boscosas que están siendo taladas y quemadas por los pobladores locales para su habilitación como chacras o pastizales. En el bosque talado para pastizales, la composición de la vegetación cambia drásticamente, tomando una apariencia homogénea donde abundan los pastos con una cobertura promedio sobre el terreno de 97,02% y una altura promedio de 11,05 cm. Las familias botánicas más comunes y su importancia en cobertura sobre el terreno se resumen a continuación: *Poaceae* (63,35%), *Asteraceae* (7,77%), *Polygonaceae* (3,89%), *Ranunculaceae* (4,53%), *Rosaceae* (6,84%) y *Fabaceae* (8,02%). Las especies más comunes son: *Pennisetum clandestinum, Paspalum tuberosum, Poa pardoana, Poa annua, Rumex acetosella, Lachemilla orbiculata, Trifolium repens, Gamochaeta americana, Jaegeria hirta, Aspilia silphoides* y *Baccharis latifolia*. Para este tipo de vegetación se registró mediante el Índice de Shannon - Wiener (H) una diversidad de  $H = 2,27$  y un  $H$  (máximo) = 4,52. La equidad fue de  $e = 0,50$  (Tabla 3.35). Los resultados indican que en el bosque talado para pastizales la diversidad cae drásticamente, con una baja y poca equitativa distribución de las especies sobre el terreno.

### ***Vegetación de abrigo rocoso***

Es una vegetación que se ubica en micro cuencas estrechas, protegidas de la acción del viento y de variaciones extremas de temperatura. Estas características hacen que este tipo de vegetación se desarrolle en condiciones microclimáticas favorables con respecto a las condiciones imperantes en las áreas circundantes. Ocupan áreas de gran pendiente, con suelos poco profundos y su cobertura está entre el 50% y 80%. Muestras representativas de esta vegetación fueron evaluadas solamente en la micro cuenca del río Pisit (quebradas Pisit, Garay y Viscachas). En esta formación vegetal se registraron 94 especies agrupadas en 41 familias, siendo las familias *Asteraceae, Poaceae* y *Ericaceae*, las más representativas, con especies como: *Baccharis caespitosa, Luciliocline longifolia, Hieracium sp., Calamagrostis macrophylla, Hypericum laricifolium, Thibaudia floribunda, Disterigma sp., Pernettya sp* y *Gaultheria tomentosa*.

### ***Vegetación de roquedal***

Esta vegetación está constituida fundamentalmente por arbustos, helechos y pastos que al encontrarse protegidos de la acción del viento, se ven favorecidos en cuanto a su tasa de

evapotranspiración y temperatura ambiental. Estos roquedales o afloramientos rocosos se encontraron en todas las micro cuencas y quebradas evaluadas.

En la micro cuenca de la quebrada El Cedro se registraron 91 especies agrupadas en 36 familias botánicas. Donde las familias más representativas son: *Asteraceae*, *Poaceae*, *Ericaceae*, *Melastomataceae*, *Rosaceae*, *Myrtaceae*, *Bromeliaceae*, *Polygalaceae*, *Orchideaceae*, *Lycopodiaceae*, *Clusiaceae*, *Cyatheaceae*. Las especies dominantes de esta formación son: *Calamagrostis tarmensis*, *Calamagrostis recta*, *Poa Subspicata*, *Gynoxys longifolia*, *Gynoxys buxifolia*, *Puya sp.*, *Tillandsia sp.*, *Hypericum laricifolium*, *Cyathea sp.*, *Disterigma alaternoides*, *Gaultheria erecta*, *Macleania rupestris*, *Escallonia myrtilloides*, *Lycopodium clavatum*, *Brachyotum longisepalum*, *Miconia arpergilaris*, *Myrteola phyllicoides*, *Epidendrum sp.*, *Monina salicifolia* y *Hesperomeles sp.*

Para la micro cuenca del río Pisit se registraron 52 especies agrupadas en 29 familias, siendo las más representativas *Asteraceae*, *Ericaceae*, *Clusiaceae* y *Poaceae*, donde las especies dominantes de esta formación son: *Gamochoaeta americana*, *Disterigma sp.*, *Pernettya sp.*, *Bidens triplinervia*, *Calamagrostis macrophylla*, *Poa pardoana*, *Vulpia australis*, *Polypogon exasperatus*, *Hypericum laricifolium*.

### **Vegetación de fondo de quebrada**

Esta formación vegetal se ubica, ocupando franjas estrechas, en forma paralela a los cursos de agua en la micro cuenca El Cedro, específicamente en las quebradas La Playa, Cuchilla y Bancuyoc. Igual que en el caso de la vegetación de abrigo, esta vegetación se ve favorecida por condiciones ambientales menos limitantes que las que imperan en las zonas aledañas.

En esta formación vegetal no es posible hablar de especies dominantes propiamente dichas ya que, en términos generales, las especies presentan una abundancia similar. Las familias botánicas más representadas fueron *Asteraceae*, *Rosaceae* y *Melastomataceae*. Algunas de las especies registradas fueron “pega pega” (*Acaena sp.*), “chilifruta” (*Alchemilla orbiculata*), “ricachilla” (*Arracacia sp.*), “espuelaquero” (*Berberis sp.*), “cadillo” (*Bidens triplinervia*), “pushgay de shingo” (*Disterigma sp.*) y “huanga grande” (*Hesperomeles lanuginosa*). En total se registraron, en la micro cuenca de la quebrada El Cedro, 63 especies distribuidas en 31 familias botánicas.

### **3.2.2.3 Especies endémicas de flora**

Para el área ubicada dentro de los límites del proyecto, se reportan 15 especies endémicas del Perú, agrupadas en 13 familias botánicas (Tabla 3.36). Las especies más comunes son:

*Gynoxys oleifolia* (Asteraceae), *Halenia stuebelii* (Gentianaceae), *Geranium pavonianum* (Geraniaceae), *Acaulimalva alismatifolia* (Malvaceae), *Brachyotum coronatum* (Melastomataceae) y *Paspalum tuberosum* (Poaceae).

Algunas de estas especies son usadas por los pobladores locales. Como ejemplos, se tiene a la *Gynoxys oleifolia* que es un arbusto utilizado como fuente de leña para encender cocinas, ya que tiene gran poder calorífico, la *Halenia stuebelii* que se usa en infusión para males de aire y como emplasto, sobre manchas en la piel, la *Geranium pavonianum* que se utiliza en infusión para males estomacales, principalmente en el caso de cólicos y la *Paspalum tuberosum* que es un forraje apetecible para el ganado.

#### **3.2.2.4 Estatus de conservación de la flora**

De las especies identificadas en el área del proyecto: *Buddleja incana* (CR), *Escallonia myrtilloides* (VU), *Acaulimalva alismatifolia* (EN), *Cedrela montana* (VU), *Podocarpus oleifolius* (CR), *Polylepis multijuga* (EN) y *Jaltomata mionei* (CR); se encuentran en la lista oficial peruana de Especies Amenazadas de Flora Silvestre según el D.S. N° 043-2006-AG (Tabla 3.37).

Las especies identificadas no se encuentran en los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES, siglas en inglés).

Según las listas publicadas por la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), *Myrsine pearcei* (VU), *Polylepis multijuga* (VU), *Freziera incana* (VU); se encuentran en situación vulnerable. Así también *Podocarpus oleifolius* (LR/lc) y *Duranta armata* (LR/nt), se encuentran consideradas como especies bajo riesgo cercano a una situación en peligro y de preocupación menor, respectivamente (Tabla 3.37).

En el bosque de neblina se puede encontrar una serie de orquídeas, que se han identificado en campo solo hasta el nivel de género, debido a que en muchos casos no presentaban flores. Entre estos géneros figuran: *Elleanthus*, *Epidendrum*, *Fernandezia*, *Oncidium*, *Pleurothallis*, *Cranichis*, *Stelis*, *Prescottia* y *Odontoglossum*.

En abril del 2006, la Asociación para el Desarrollo Rural de Cajamarca (ASPADERUC) elaboró el estudio Plan de Manejo del Bosque Natural Los Cedros de Pampa Verde, San Pedro Sur y Norte, Distrito de Pulán, Provincia de Santa Cruz, Departamento de Cajamarca. Dicho estudio, financiado por Minera La Zanja, fue un trabajo multidisciplinario que

comprendió, entre otras evaluaciones, una evaluación e inventario florístico del bosque natural La Zanja. El estudio incluyó también un Plan de Manejo para el mismo bosque. Dicho estudio se incluye en el Anexo K.

### **3.2.3 Fauna**

La evaluación de fauna en el área de influencia del Proyecto La Zanja, se realizó mediante la metodología especificada en el Anexo L y comprendió las áreas de las micro cuencas de la quebrada El Cedro y el río Pisit. Los lugares de muestreo se presentan en el Anexo L.

En el trabajo de campo realizado por Knight Piésold, el criterio para considerar a las formaciones vegetales presentes en el área del Proyecto La Zanja como hábitats de fauna se basó en que las formaciones vegetales sintetizan los factores ambientales propios del lugar tales como el microclima, la exposición, la pendiente, el tipo de suelo, entre otros. Estas formaciones vegetales han sido descritas en la sección correspondiente a flora y vegetación del presente documento. Además de las formaciones vegetales, se incluyeron como hábitat de fauna, los cursos de agua de quebradas y ríos así como sus orillas.

Los hábitats evaluados se encuentran bastante influenciados por la presencia humana, ya que durante generaciones se han utilizado intensamente sus pastos, la madera y el suelo para la producción de cultivos. En la zona se encuentran presentes áreas dedicadas a la cría de ganado vacuno (potreros).

#### **3.2.3.1 Hábitats presentes y especies de fauna**

En la zona de estudiada se identificaron 8 hábitats para el área de la micro cuenca de la quebrada El Cedro y 7 hábitats para el área de la micro cuenca del río Pisit. En las Tablas 3.38 y 3.39 se presentan las listas de los hábitats, especies, familias y órdenes zoológicos, para las micro cuencas El Cedro y Pisit, respectivamente; así como también una descripción de la ubicación de cada especie por micro cuenca.

En las Figuras 3.19 y 3.20 se muestran los puntos en los que se realizaron las evaluaciones de campo. A continuación se detallan los hábitats identificados y las especies de fauna que los caracterizan.

#### Hábitat bofedal

En el hábitat de bofedal de la micro cuenca de la quebrada El Cedro se registraron 9 especies de aves distribuidas en 6 familias zoológicas. Las familias más representadas fueron Furnariidae, Tyrannidae y Emberezidae cada una con dos especies. En términos generales, las



especies más representativas (abundantes) fueron *Cinclodes fuscus* “churrete cordillerano” y *Muscisaxicola alpina* “dormilona gris”. Los mamíferos estuvieron representados por 4 especies pertenecientes a 4 familias. Entre las especies registradas se encuentran *Pseudalopex culpaeus* “zorro” y *Sylvilagus brasiliensis* “conejo de campo”. Se registraron 3 especies de anfibios pertenecientes a 2 familias, estas especies fueron *Bufo cophotis* “sapo”, *Phrynopus sp* “rana” y *Gastroteca monticola* “rana”.

En la micro cuenca del río Pisit fueron registradas 9 especies de aves distribuidas en 6 familias zoológicas. Las familias más representadas fueron Furnariidae, Tyrannidae y Emberezidae, cada una de ellas con dos especies. En general, entre las especies más representativas se encuentran *Geositta tenuirostris* “pampero pico largo” y *Vanellus resplendens* “lique lique”. Para los mamíferos, se registraron 3 especies que representan a 3 familias. Entre estas especies se encuentra *Cavia tschudii* “quitacuy”. Los anfibios estuvieron representados con 2 especies pertenecientes a 2 familias.

#### Hábitat césped de arroyo

En la micro cuenca de la quebrada El Cedro se registraron 9 especies de aves pertenecientes a 7 familias zoológicas. Las familias más representadas fueron Hirundinidae y Emberezidae cada una con dos especies. En general, las especies más representativas son *Notiochelidon murina* “guayana” y *Phrygilus unicolor* “plomito grande”.

En la micro cuenca del río Pisit se registraron 10 especies de aves pertenecientes a 8 familias zoológicas. Las familias más representadas fueron Hirundinidae y Emberezidae con dos especies cada una. En términos generales, las especies más representativas son *Notiochelidon cyanoleuca* “guayana” y *Phrygilus unicolor* “plomito grande”. Sólo se registró una especie de mamífero.

#### Hábitat pajonal de jalca

Para la micro cuenca de la quebrada El Cedro se registraron 19 especies de aves pertenecientes a 10 familias zoológicas. Las familias más representadas fueron Falconidae, Furnariidae, Tyrannidae y Emberezidae con tres especies cada una. En términos generales, entre las especies más representativas se encuentran *Phalcoboenus megalopterus* “china linda”, *Buteo polyosoma* “gavilán”, *Asthenes humilis* “canastero dorso manchado” (Fotografía 3.78) y *Phrygilus plebejus* “plomito pequeño”. Los mamíferos estuvieron representados por 4 especies pertenecientes a 3 familias. La familia Muridae fue la más representada con dos especies, *Thomasomys cinereus* “ratón montaraz ceniciento” y *Rattus rattus* “rata casera”.

Para el caso de los reptiles, se registraron 2 especies *Stenocercus melanopygus* “lagartija escorpión” y *Proctoporus ventrimaculatus* “lagartija”.

Para la micro cuenca del río Pisit, se registraron 13 especies de aves pertenecientes a 8 familias. La familia más representada fue Emberezidae con tres especies, las familias Accipitridae, Falconidae y Tyrannidae representadas cada una de ellas con dos especies. En general, entre las especies más representativas se encuentran *Buteo polyosoma* “gavilán” y *Falco sparverius* “cernícalo”. Se registraron dos especies de mamíferos, *Thomasomys cinereus* “ratón montaraz ceniciento” y *Cavia tschudii* “quitacuy,” representantes de 2 familias. Para los reptiles, fue posible registrar 2 especies pertenecientes a 2 familias. En la parte baja de la quebrada Garay se encontró una madriguera de la especie *Cavia tschudii* (Fotografía 3.79). También se hallaron nidos de la especie *Colaptes rupicola* “cotorrera” en una casa ubicada en la parte alta del río Pisit (Fotografía 3.80).

#### Hábitat matorral

En la micro cuenca de la quebrada El Cedro se registraron 14 especies de aves pertenecientes a 9 familias zoológicas, siendo la familia más representada la de los Tyrannidae con tres especies, las familias Accipitridae, Falconidae y Emberezidae estuvieron representadas con 2 especies cada una de ellas. Entre las especies más representativas se encuentran *Agriornis montana* “arriero”, *Buteo albigula* “gavilán” y *Phalcoboenus megalopterus* “china linda”. Los mamíferos estuvieron representados por dos especies, *Pseudalopex culpaeus* “zorro” y *Thomasomys cinereus* “ratón montaraz ceniciento”.

Nueve especies de aves pertenecientes a 6 familias zoológicas fueron registradas en la micro cuenca del río Pisit, siendo las familias más representadas Accipitridae, Trochilidae y Emberezidae, cada una de ellas con 2 especies. Entre las especies más representativas se encuentran *Agriornis montana* “arriero” y *Cathartes aura* “mullo”. Sólo fue posible registrar 2 especies de mamíferos.

#### Hábitat bosque de neblina

Este hábitat sólo se presentó en la micro cuenca de la quebrada El Cedro. En él se registraron 48 especies de aves, distribuidas en 17 familias. Las familias más representadas fueron Emberezidae y Trochilidae con 10 especies cada una y Tyrannidae con 8 especies. En general, entre las especies más representativas tenemos a *Mecocerculus stictopterus* “tiranillo albibandeado”, *Diglossopsis cyanea* “mielero de antifaz” (Fotografía 3.81), *Diglossa brunneiventris* “mielero” (Fotografía 3.82), *Chalcostigma ruficeps* “quende” (Fotografía 3.83), *Metallura tyrianthina* “quende chico”, *Pterophanes cyanopterus* “quende grande”

(Fotografía 3.84), *Automolus ruficollis* (Fotografía 3.85), *Anisognathus lacrymosus* (Fotografía 3.86), *Notiochelidon murina* “guayana” (Fotografía 3.87) *Coragyps atrarus* “chingo”, *Pionus seniloides* “loro cabeza blanca”, *Ampelion rubrocristatus* “cotinga cresta roja” y *Otus koepckeae* “autillo de Koepcke” (Fotografía 3.88). Para el caso de los mamíferos, se registraron 11 especies distribuidas en 7 familias, siendo la más representativa la familia de los Muridae con 4 especies. En general, entre las especies más representativas se encuentran *Odocoileus virginianus* “venado cola blanca”, *Thomasomys taczanowskii* “ratón montaraz de Taczanowski”, *Histiopus montanus* “murciélago orejón andino” (Fotografías 3.89 y 3.90) y *Sturnira lilium* “murciélago de charreteras amarillas” (Fotografías 3.91 y 3.92). Se registraron dos especies de anfibios *Phrynopus sp* “rana” (Fotografía 3.93) y *Eleutherodactylus sp* “rana” (Fotografía 3.94). Sólo se registró una especie de reptil *Proctoporus ventrimaculatus* “lagartija” (Fotografía 3.95).

Este hábitat fue el que presentó la mayor riqueza de especies para la micro cuenca El Cedro, registrando en total 62 especies de vertebrados (Tabla 3.38). Este resultado se debe a las condiciones microclimáticas especiales que permiten la presencia de una alta riqueza de especies de flora y una compleja estructura vegetal en el bosque de neblina, creando condiciones especialmente propicias para el desarrollo de una variada fauna silvestre.

#### Hábitat vegetación de abrigo rocoso

Este hábitat sólo se presentó en la micro cuenca del río Pisit. En él se registraron 13 especies de aves pertenecientes a 7 familias, siendo la familia más representativa la de los Tyrannidae, con cuatro especies y la familia Emberezidae con tres especies. En general, entre las especies más representativas se encuentran *Mecocerculus leucophrys* y *Atlapetes rufinucha* “chacchara”. Se registraron 4 especies de mamíferos pertenecientes a 3 familias, siendo los Mustelidae los más representativos.

Se encontró una madriguera de la especie *Sylvilagus brasiliensis* “conejo de campo” (Fotografía 3.96) a aproximadamente 500 m al sur del centro poblado menor de Pisit. En la parte alta de la quebrada Garay se encontró una guarida de *Conepatus semistriatus* “zorrillo” (Fotografía 3.97).

Este hábitat fue el que presentó la mayor riqueza de especies para la micro cuenca del río Pisit. En él se registraron 17 especies de vertebrados en total. Esto está ligado a las condiciones micro climáticas en que se encuentra la formación vegetal de abrigo rocoso, ofertando una variada disponibilidad de recursos de forrajeo y refugio para la fauna silvestre que lo habita.

#### Hábitat vegetación de roquedal

Para la micro cuenca de la quebrada El Cedro se registraron 7 especies de aves pertenecientes a 7 familias zoológicas. En general, entre las especies más representativas se encuentran *Colaptes rupicola* “cotorrera” y *Cathartes aura* “mullo”. Tres especies de mamíferos, pertenecientes a 2 familias, fueron registradas en esta micro cuenca. La familia más representada fue la de los Muridae, con dos especies. Los reptiles estuvieron representados con dos especies pertenecientes a 2 familias.

Para la micro cuenca del río Pisit se registraron 5 especies de aves pertenecientes a cinco familias. En general, entre las especies más representativas se encuentran a *Colaptes rupicola* “cotorrera” y *Phalcoboenus megalopterus* “china linda”. Los mamíferos estuvieron presentes con 2 especies distribuidas en dos familias. Sólo fue posible registrar una especie de reptil.

#### Hábitat vegetación de fondo de quebrada

Este hábitat se presentó sólo en la micro cuenca de la quebrada El Cedro, y se registraron 8 especies de aves, distribuidas en 5 familias. Las familias más representadas fueron Trochilidae, Tyrannidae y Emberezidae con 2 especies cada una. En general, entre las especies más representativas se encuentran *Aglaeactis cupripennis* “quende café” y *Turdus chiguanco* “zorzal”.

#### Hábitat río

Para la micro cuenca de la quebrada El Cedro se registraron 5 especies de aves pertenecientes a cuatro familias, siendo la más representada la de los Hirundinidae con dos especies. En general, entre las especies más representativas tenemos a *Notiochelidon murina* “guayana” y *Cinclodes fuscus* “churrete cordillerano”. Para el grupo de los anfibios se registraron sólo dos especies.

En la micro cuenca del río Pisit se registraron 6 especies de aves, distribuidas en 5 familias, siendo la mejor representada la de los Hirundinidae, con dos especies. En términos generales, las especies más representativas fueron *Streptoprocne zonaris* “guayana grande” y *Larus serranus* “gaviota andina”. Los anfibios estuvieron representados con 2 especies que representan a un número igual de familias.

Este hábitat fue el que presentó menor riqueza de especies, registrándose sólo 7 especies de vertebrados en la micro cuenca de la quebrada El Cedro y 8 especies en la micro cuenca del río Pisit. Esto podría deberse a que la mayoría de las especies presentes en el área del proyecto tienen preferencia por los hábitats en los cuales encuentran refugio y alimento.

### **3.2.3.2 Evaluación cualitativa y cuantitativa de la avifauna**

Entre los taxa terrestres estudiados, se eligió a las aves para realizar evaluaciones cualitativas y cuantitativas, debido a un conjunto de características que posee este grupo y que facilitan su empleo como descriptores de la calidad del hábitat. Entre dichas características se tienen:

- Su presencia es más fácil de detectar que la de otros animales
- Existe información disponible de características a nivel de especie
- Las poblaciones presentan abundancias relativamente grandes que posibilitan su empleo en análisis cuantitativos
- Existen algunas especies de sensibilidad alta y media a los cambios ambientales que pueden servir como indicadores del estado actual del ecosistema

#### Evaluación y análisis cualitativo

En el área de la micro cuenca de la quebrada El Cedro se registraron 78 especies de aves, distribuidas en 26 familias; esta área presentó la mayor riqueza de especies comparada con el área de la micro cuenca del río Pisit, debido principalmente a la presencia del hábitat de bosque de neblina. Se reportaron 32 especies de aves en la micro cuenca del río Pisit, distribuidas en 16 familias.

Según la caracterización de la avifauna del Neotropical Birds, Ecology and Conservation (Stotz *et al*, 1996) de las 83 especies registradas en el área de las micro cuencas El Cedro y Pisit, alrededor del 7% de ellas presentan una sensibilidad alta, 45% presentan sensibilidad media y 48% presentan sensibilidad baja a los impactos. Las especies *Penelope barbata* “pava barbuda” y *Automolus ruficollis* “limpiafollaje cuellirufu” están clasificadas como especies con prioridades de conservación alta, *Grallaria andicola* “hormiguero andino”, *Otus koepckeae* “autillo de Koepcke” y *Saltator cinctus* “pepitero enmascarado” presentan una prioridad de conservación media, debido a que el hábitat en donde viven presenta problemas de deforestación. En cuanto a prioridad de investigación, las especies *Penelope barbata* y *Automolus ruficollis*, presentan una prioridad alta (Tabla 3.40). En el Gráfico 3.40 se muestra la composición porcentual de las especies con respecto a cada uno de los atributos mencionados anteriormente.

#### Evaluación y análisis cuantitativo

La evaluación y análisis cuantitativo de la avifauna se realizó en dos niveles de integración: el nivel poblacional y nivel de comunidad. El nivel poblacional está referido a indicadores de abundancia de las diferentes especies de aves; para lo cual se realizaron transectos con puntos de observación. En el Anexo L se detalla la metodología empleada y el análisis completo y en

la Tabla 3.41 se presenta la ubicación de los transectos. El nivel de comunidad se centra en el cálculo de los índices de diversidad biológica, e índices de similaridad o agrupación (índices que caracterizan la estructura de la comunidad).

El Proyecto La Zanja realizará la mayor parte de sus actividades dentro del área de la micro cuenca de la quebrada El Cedro. Los lugares que el proyecto utilizará se encuentran ocupando los hábitats de Bosque Nublado y Pajonal. El diseño de evaluación cuantitativa contempla el establecimiento de transectos en áreas de control y áreas de impacto (obras del tajo e instalaciones de la mina), para los dos tipos de hábitat (Figura 3.21). La Tabla 3.41 contiene las coordenadas UTM de los transectos de evaluación.

En la Tabla 3.42 se muestra la composición y abundancia de las especies por transecto evaluado en las micro cuencas El Cedro y Pisit. Esta tabla se utilizó para el cálculo de los índices de diversidad y similitud. La Tabla 3.42 muestra que en los 9 transectos de evaluación se registró un total de 448 individuos correspondientes a 53 especies. Los transectos 2 y 1 (áreas de impacto) fueron los transectos en los que se registró un mayor número de individuos (98 y 71, respectivamente) mientras que los transectos 8 y 9 (áreas de control) fueron los transectos en los que se registró un menor número de individuos (22 y 24, respectivamente).

Los dos tipos de hábitats han sido caracterizados mediante su diversidad biológica. El cálculo de los índices de diversidad requiere la cuantificación del grupo a evaluar (Anexo L).

#### Diversidad de la avifauna

En la Tabla 3.43 se presentan los resultados del cálculo de los índices de diversidad H de Shannon-Wiener, riqueza de Margalef, equidad, número de especies y número de individuos de cada transecto. El cálculo y uso de estos valores se detalla en el Anexo L.

En el hábitat de Pajonal (Tabla 3.43) se observa que las diversidades varían entre 2,38 y 3,14 bits/individuo, y el número de especies varía entre 6 y 11 respectivamente.

En el hábitat de Bosque de Neblina (Tabla 3.43) se observa que las diversidades varían entre 2,35 y 3,52 bits/individuo, y el número de especies varía entre 13 y 23. Este hábitat presenta en general valores de diversidad y número de especies mayores que los encontrados en el hábitat de Pajonal.

### Amplitud de nicho

El cálculo de la amplitud de nicho o diversidad de hábitat se detalla en el Anexo L. En esta evaluación se calculó la amplitud de nicho para las especies que fueron registradas en los transectos.

Los datos de amplitud de nicho se presentan en la Tabla 3.44, sobre la base de estos datos se determinó una categoría de amplitud para cada una de las especies.

### **3.2.3.3 Especies con estado especial de conservación y endemismo**

De las 107 especies de fauna registradas en el área del proyecto, 36 se encuentran incluidas en las listas nacionales e internacionales de conservación y/o como especies endémicas (Tabla 3.45).

En la micro cuenca de la quebrada El Cedro, tres de las especies registradas se encuentran incluidas en la lista oficial peruana de especies de fauna amenazada del Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), D.S. N° 034-2004-AG). Estas especies son la “pava barbuda” *Penelope barbata* que se ubica en la categoría En Peligro (EN); el “ratón montaraz de Taczanowskii” *Thomasomys taczanowskii*, incluida dentro de la categoría Vulnerable (VU); y finalmente, el “saltador enmascarado” *Saltator cinctus* que se encuentra dentro de la categoría Casi Amenazada (NT). (Tabla 3.45).

De acuerdo con la UICN las tres especies mencionadas anteriormente se encuentran en dentro de alguna categoría de amenaza. La “pava barbuda” *Penelope barbata* incluida dentro de la categoría Vulnerable (VU); el “saltador enmascarado” *Saltator cinctus*, considerado en la categoría de Casi Amenazada (NT); y el “ratón montaraz de Taczanowskii” *Thomasomys taczanowskii*, considerado en la categoría de Bajo riesgo, menor preocupación (Tabla 3.45).

En la micro cuenca de la quebrada El Cedro se registraron 21 especies incluidas en el Apéndice II de CITES. Para el caso de la micro cuenca de Pisit, fueron registradas 8 especies incluidas en este mismo Apéndice (Tabla 3.45). Las especies incluidas en el Apéndice II de CITES, son aquellas que actualmente no se encuentran en peligro de extinción pero que podrían llegar a estar en esa situación si su comercialización no está sujeta a una reglamentación estricta. Entre estas especies destacan el “zorrito andino” *Pseudalopex culpaeus* y la “lechuza de Koepcke” *Otus koepckeae*.

En la lista de Áreas de Endemismo para Aves (EBA) se encuentran registradas 3 especies en el EBA 046 (Southern Central Andes) – los picaflores *Coeligena iris* y *Heliangelus viola* – y *Penelope barbata* “pava barbuda”. En el EBA 048 se registró a la “tangara de pecho rufo” *Thlypopsis ornata*. Para el EBA 051 (Peruvian High Andes) se determinó a *Upucerthia serrana* “bandurrita peruana”. Finalmente, en el EBA 045 (Tumbesian region) se registró a *Syndactyla ruficollis*. Las seis especies se registraron en la micro cuenca de la quebrada El Cedro (Tabla 3.45). Las EBA’s 046, 048, 045 y 051 se encuentran colindantes en el área de estudio y presentan prioridades de conservación Urgente en los dos primeros casos y Crítica en los dos últimos, según el ranking total de prioridad de Bird Life International (Alison *et al*, 1998).

Adicionalmente a las aves endémicas regionales, se registraron 2 especies endémicas para el Perú (Clements y Shany, 2001), el “colibrí negro” *Metallura phoebe* y la “bandurrita peruana” *Upucerthia serrana*, las cuales fueron registradas en la micro cuenca El Cedro. Finalmente, el “ratón montaraz de Taczanowskii” *Thomasomys taczanowski*, la “vizcacha” *Lagidium peruanum*, la “lagartija” *Proctoporus ventrimaculatus* y el “sapo” *Bufo cophotis* constituyen especies endémicas para el Perú, siendo el ratón montaraz registrado sólo en la micro cuenca El Cedro, en tanto que las tres últimas especies fueron registradas en las dos micro cuencas. (Pacheco, 2002) (Rodríguez *et al*, 1993).

### **3.2.4 Vida acuática**

La presente sección muestra los resultados del estudio de vida acuática realizado en el área del proyecto durante el mes de septiembre del 2006. Las estaciones evaluadas corresponden a las estaciones de evaluación establecidas durante el estudio realizado en el 2003 por Knight Piésold (Figura 3.22), excepto las estaciones 12, 13, 18, 19, 20, 21 y 22 y la inclusión de tres nuevas estaciones denominadas 24, 25 y 26, ubicadas en la micro cuenca de la quebrada El Cedro (Figura 3.23).

En total se evaluaron 19 estaciones, de las cuales 17 se ubicaron en la micro cuenca de la quebrada El Cedro y 2 en la micro cuenca del río Pisit. En la Tabla 3.46 se incluye información sobre la ubicación de las estaciones, la fecha de evaluación y los muestreos realizados en cada una de las estaciones.

#### **3.2.4.1 Evaluación biofísica del hábitat**

La evaluación de las cualidades biofísicas del hábitat ubica a la mayor parte de las estaciones en categorías media y medio-alta, lo que significa que el ambiente tiene, potencialmente, la capacidad para sostener una población media de peces, tanto en estadios juveniles como



adultos. En la Tabla 3.47 se puede observar el detalle de la calificación del protocolo de calidad de hábitat biofísico para peces; la Tabla 3.48 contiene un resumen con la información relevante en cada una de las estaciones de evaluación; las Tablas 3.49 y 3.50 contienen el detalle de los factores a evaluar y los rangos de calidad y su calificación, respectivamente.

#### **3.2.4.2 Protocolo visual de análisis del hábitat acuático (SVAP)**

Este protocolo visual de análisis del hábitat acuático (SVAP, siglas en inglés) implica una evaluación de la calidad del ambiente para sostener una comunidad hidrobiológica importante en todos sus componentes y no sólo una parte de ella (como en el caso del protocolo anterior referido sólo a la comunidad de peces). Los resultados obtenidos ubican a la mayoría de las estaciones en la calidad Clase II; 12 de 19 estaciones (69,18%) se ubican en esta clase de calidad que corresponde a los ambientes de buena calidad para sostener a la comunidad hidrobiológica; una estación (estación 24, quebrada El Cedro) se ubica en la Clase I, que corresponde a un hábitat de excelente calidad, 5 estaciones presentan hábitat de regular calidad (Clase III) y una estación (la estación 10) se ubica en la Clase IV (hábitat de baja calidad). En la Tabla 3.51 se pueden observar los valores del SVAP detallados. La Tabla 3.52 contiene un resumen de este análisis por estaciones y cuencas y la Tabla 3.53 presenta la escala del SVAP.

#### **3.2.4.3 Periphyton**

Aunque el periphyton presenta una composición biológica muy compleja, las algas son su principal componente y constituyen el sustrato de la comunidad bacteriana y un nicho ecológico para los protozoarios y micro crustáceos, entre otros organismos. En general, el periphyton es una comunidad compleja de microbiota (algas, bacterias, hongos, animales y detritus orgánico e inorgánico) que se encuentra asociada a un sustrato y cobra gran importancia tanto en ambientes lóticos (ríos, arroyos) como lénticos (lagos, lagunas). El trabajo de evaluación cuantitativa estuvo centrado en las algas.

En cuanto a la riqueza específica del periphyton, se registraron 184 especies y/o morfoespecies de periphyton, 63 (34,23%) de las cuales corresponden a la clase Chlorophyceae, otras 95 (51,63%) pertenecen a la clase Bacillariophyceae, 19 morfoespecies son Cianobacterias (Cyanophyceae), 5 (2,71%) pertenecen a la clase Euglenophyceae, 2 morfoespecies pertenecen a la clase Chrysophyta y una morfoespecie pertenece a la clase Cryptophyceae (Criptofitas).

La Tabla 3.54 contiene la lista detallada de especies y morfoespecies de periphyton o algas bentónicas registradas en el área de estudio.

#### **3.2.4.4 Peces**

Los peces fueron evaluados en 12 de las 19 estaciones del estudio, debido a que en las estaciones 4, 5, 7, 10, 11, 23 y 25 los dos métodos de evaluación de hábitat (análisis biofísico y SVAP) definían al ambiente como no apto para el desarrollo de peces.

Se registraron dos especies de peces:

(1) *Astroblepus simonsii* (Orden Siluriformes, Familia Astroblepidae). Se registraron cinco individuos en 3 estaciones (3, 17 y 24). Es una especie de bagre endémica del Perú, distribuida en la vertiente del Pacífico hacia el norte de la cuenca del río Santa. La familia Astroblepidae es una de las más notorias en ambientes lóticos por encima de los 1 000 m sobre el nivel del mar (Ortega 1992).

En cuanto a su requerimientos biológicos y ecológicos, estos peces suelen ser abundantes en aguas frías; se encuentran por lo general en las partes altas y medias en ríos que presentan buenas condiciones en la calidad del agua y substrato; se trata de especies bentónicas que prefieren los ríos y quebradas con alta pendiente, en donde hay turbulencia y corrientes fuertes; suelen ser capaces de remontar el cauce y migrar río arriba sin importar la topografía ni la velocidad de la corriente, gracias a la adaptación de sus labios en forma de ventosa que les sirven para aferrarse a las rocas y evitar ser arrastrados; sus hábitos reproductivos son escasamente conocidos; se alimentan de insectos acuáticos bentónicos y material vegetal y suelen ser sensibles a los cambios bruscos de temperatura, requiriendo aguas frías de 12 a 21 °C, con alta concentración de oxígeno disuelto y buena calidad fisicoquímica (Ortega-Lara et al. 1999, 2000, 2002, Román-Valencia 2001, Dahl 1971).

(2) *Oncorhynchus mykiss* (Orden Salmoniformes, Familia Salmonidae). Se registraron 25 individuos (83,3% del total de peces) en 5 estaciones (2, 3, 15, 16 y 24). Conocida como “trucha arco iris” (Fotografías 3.98 y 3.99), es una especie de salmónido nativa de Norteamérica que fue introducida en el Perú a mediados del siglo XX. En los trópicos, su rango de distribución se encuentra por lo general encima de los 1 200 m.s.n.m.

El hábitat natural de la especie está constituido por ambientes lóticos que presentan temperaturas alrededor de los 12 °C en verano; requieren ambientes de flujo moderado a rápido en los que las aguas se encuentren bien oxigenadas; la temporada reproductiva coincide con el inicio del invierno. Los individuos adultos se alimentan preferentemente de macro invertebrados bentónicos, huevos de organismos acuáticos y peces pequeños (incluso individuos juveniles de la misma especie). Se trata de una de las especies con más amplio

rango de distribución mundial en la actualidad y esto debido a que ha sido introducida en muchos países, aunque existen reportes de efectos ecológicos adversos después de su introducción. La Tabla 3.55 contiene los datos detallados del registro de peces en las estaciones donde fueron evaluados y la Tabla 3.56 presenta un resumen de dicha información.

#### **3.2.4.5 Macro invertebrados bentónicos**

Los valores de riqueza específica y abundancia registrados en el área de estudio resultaron altos.

En cuanto a la riqueza específica, se registraron 54 morfoespecies de macro invertebrados bentónicos en las 19 estaciones de evaluación de La Zanja; 48 de las especies fueron artrópodos (clase Insecta), 2 especies fueron ácaros acuáticos (clase Chelicerata), 2 especies fueron anélidos (phylum Annelida), 1 morfoespecie de crustáceo (orden Amphypoda) y una morfoespecie de platihelmintho (phylum Platyhelminthes).

En cuanto a la abundancia, se colectaron 2 458 macro invertebrados bentónicos, 2 167 individuos (88,2% del total) pertenecen a la clase insecta, 186 individuos son otros artrópodos (125 crustáceos y 61 ácaros acuáticos), 44 pertenecen al phylum Annelida (1,8%) y 61 al phylum Platyhelminthes (2,5%).

Los valores registrados de abundancia y riqueza de macro invertebrados bentónicos, además de los porcentajes que representan cada uno de los grupos observados, se encuentran detallados en la Tabla 3.57.

La Tabla 3.58 corresponde a la lista de las morfoespecies de macro invertebrados bentónicos observados durante el presente trabajo.

#### **3.2.4.6 Análisis de estructura de la comunidad**

##### ***Diversidad***

La diversidad fue medida (en bits por individuo) con el índice de Shannon-Wiener y los resultados obtenidos muestran valores en general altos para los macro invertebrados bentónicos. El máximo valor fue de 4,47 bits/individuo (Estación 4, quebrada El Cedro) y el mínimo fue de 3,08 bits/individuo (Estación 10, quebrada Chinchimal).

En el caso del periphyton, los valores de diversidad registrados se ubican dentro de un rango mayor, el valor mínimo registrado fue de 2,07 bits/individuo (estación 11, quebrada Chinchimal) y el valor máximo registrado fue de 4,59 bits/individuo en la estación 8, quebrada Cocan (Fotografía 3.100).

El Gráfico 3.41 muestra la variabilidad espacial de la diversidad de los macro invertebrados bentónicos y del periphyton.

### ***Riqueza***

Los valores registrados de riqueza, de modo parecido a lo que sucede con la diversidad, son en general altos en cada una de las estaciones evaluadas; los macro invertebrados bentónicos presentan valores de riqueza específica mayores a 10 morfoespecies por estación de evaluación y el valor de la mediana se ubica alrededor de 21 morfoespecies; el valor máximo de morfoespecies registradas en una estación es de 26 y corresponde a los puntos de muestreo 2 y 4 en la quebrada El Cedro.

Los valores de riqueza específica para el periphyton superaron en todas las estaciones las 12 especies (y/o morfoespecies) y el valor máximo observado fue de 56 especies, en la estación 8 (estación que también registra el valor más alto de diversidad). Los índices de riqueza de Margalef y Menhinick presentan un comportamiento medianamente diferenciado de la riqueza específica, esto debido a que se encuentran influenciados por la equidad observada.

El Gráfico 3.42 muestra la variabilidad espacial de la riqueza específica de los macro invertebrados bentónicos y del periphyton.

### ***Equidad***

El índice de equidad de Pielou presenta comportamientos claramente distintos entre las comunidades evaluadas, mientras en el caso de macroinvertebrados bentónicos se pueden observar valores altos con una baja variabilidad espacial (rango entre 0,86 y 0,96), en el caso del periphyton los valores varían entre ambientes con muy poca equidad (0,46 en la estación 11) hasta espacios con valores medio-altos de equidad (0,79 en la estación 8). El Gráfico 3.43 muestra la variabilidad de este índice.

En las Tablas 3.59 y 3.60 se encuentran registrados los valores observados para cada uno de los indicadores de estructura de comunidad (macro invertebrados bentónicos y periphyton) en las estaciones de evaluación hidrobiológica. En las Tablas 3.61 y 3.62, se observan

estimadores estadísticos básicos para cada uno de los índices de estructura de comunidad (macro invertebrados bentónicos y periphyton, respectivamente).

### **3.2.4.7 Análisis de diversidad beta**

La diversidad beta o diversidad entre hábitat es el grado de reemplazo de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales (Whittaker, 1972) y puede evaluarse en base a índices o coeficientes de similitud, de disimilitud o de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos (presencia-ausencia de especies) o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie medida como número de individuos, biomasa, densidad, cobertura, otros) (Moreno, 2001).

Para el área de estudio se elaboraron dendrogramas de similaridad (utilizando el índice de Bray-Curtis) entre las estaciones de evaluación en función a los datos de macroinvertebrados bentónicos (Gráfico 3.44) y periphyton (Gráfico 3.45).

A un nivel de similaridad del 40%, las estaciones, en función a su composición en macroinvertebrados bentónicos, forman 4 grupos definidos:

#### ***Grupo 1***

Las estaciones 11, 1, 2, 24, 23, 3 y 26, son estaciones ubicadas en ambientes de bosque o cerca de éstos; la vegetación de orilla está compuesta por lo general por arbustos y árboles con algunas herbáceas, el flujo del agua es laminar y el substrato es de rocas.

#### ***Grupo 2***

Se distinguen dos sub-grupos:

##### Sub-grupo 2.1

Las estaciones 5, 16, 6, 17 y 8 están ubicadas en ambientes altoandinos, por encima de los 3 000 m de altitud.

##### Sub-grupo 2.2

Las estaciones 7, 9, 15, 14 y 25, como en el caso del sub-grupo anterior, son estaciones ubicadas en zonas altas, comparten el tipo de cobertura vegetal de orillas y presentan substratos constituidos por rocas pequeñas y flujo laminar lento.

### **Grupo 3**

Constituido sólo por la estación 4 que se ubica en un ambiente con cobertura de orillas compuesta por bosque poco denso y caídas de agua como morfología dominante.

### **Grupo 4**

Constituido sólo por la estación 10. Es el punto de evaluación con menos agua y el hábitat menos apropiado para el desarrollo de una comunidad importante.

En función al periphyton presente, las estaciones forman dos grandes grupos:

### **Grupo 1**

Las estaciones 10, 23 y 11 están ubicadas en ambientes de alta pendiente y poca agua con rocas como substrato predominante.

### **Grupo 2**

- Las estaciones 2, 16, 17 y 24 están ubicadas en cursos de escasa pendiente, vegetación de orilla abundante y abundante volumen de agua; se encuentran fuertemente asociadas.
- La estación 3 está ubicada en la quebrada El Cedro, aguas abajo de las estaciones 2 y 24. El curso presenta características de pronunciada pendiente, abundantes saltos de agua y substrato constituido por la roca madre.
- Las estaciones 5, 7, 6 y 15 son estaciones de gran altitud, con orillas cubiertas por gramíneas y otras hierbas, escaso volumen de agua y escasa pendiente.
- La estación 8 está ubicada en la quebrada Cocan, la misma que la estación 7, muy cerca de ésta y de la estación 6. Las características ambientales son muy parecidas a las que existen en estas dos estaciones.
- En las estaciones 4 y 26, las condiciones de hábitat son relativamente distintas entre ellas; la estación 4 es un ambiente con escasa agua, vegetación de ribera densa pero que ocupa una extensión pequeña, en tanto que la estación 26, que se ubica aguas abajo en la misma micro cuenca, tiene un volumen de agua mayor, el ancho del cauce es mayor y la diversidad de hábitat también; la vegetación de ribera es muy parecida a la que se observa en la estación 4 pero el dosel no cubre todo el cauce.
- La estación 9 (Fotografía 3.101) está ubicada en la pampa Del Bramadero, muy cerca de la quebrada Cocan. Las características de hábitat difieren puesto que esta quebrada tiene un menor volumen de agua y muchos ambientes semilénticos debido a que está mucho más asociada con el bofedal.

- La estación 25 está ubicada en la pampa Del Bramadero, sobre el afluente de Los Chichiris. El caudal es escaso, la vegetación de ribera es típica de puna y la pendiente es poca.
- La estación 14 está ubicada en una quebrada afluente de la quebrada Vizcachas, con una vegetación de ribera distinta y con la roca madre como substrato principal. La semejanza en la composición del periphyton se podría deber a la presencia de estiércol.
- La estación 1 está ubicada en la quebrada Vizcachas, muy cerca de las estaciones 2 y 24. El hábitat es ideal para el desarrollo de una comunidad fuerte, con agua en mediana cantidad, abundante material alóctono (hojas y ramas sumergidas) y una vegetación de ribera constituida por arbustos y gramíneas.

La diversidad beta es relativamente alta según este análisis, puesto que las asociaciones se dan a niveles de similaridad bastante bajos.

#### **3.2.4.8 Calidad de agua**

La calidad del agua en las estaciones de evaluación se midió utilizando índices basados en la comunidad de macro invertebrados bentónicos.

Los métodos que consideran a los macro invertebrados bentónicos para determinar la calidad de agua han sido empleados en Europa y Norteamérica desde principios del siglo XX. Muchos de ellos tienen su origen en los trabajos desarrollados por Kolkwits y Marsson (1909), quienes propusieron el sistema Saprobiótico Continental, que sentó la base para el desarrollo de nuevos índices (o modificaciones), como: Trent Biotic Index (TBI), Biological Monitoring Working Party (BMWP), Family Biotic Index (FBI). Otros métodos están basados en medidas de Riqueza Taxonómica de grupos indicadores: Proporción de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (EPT), proporción de Chironomidae y Anellida (CA), riqueza de familias, etc. (Figuerola *et al.* 2003).

Los valores obtenidos con cada uno de los índices utilizados (EPT, CA, EPT/CA, BMWP e IBF) se detallan en la Tabla 3.63.

EPT: Los valores observados del EPT porcentual en los ambientes evaluados en el área de estudio, ubican a la mayor parte de las estaciones en la clase de Calidad III (aguas de calidad regular), lo que indicaría que se trata de ambientes con algún nivel de perturbación, pero esto no está relacionado con el estado general del ecosistema en estos lugares. De las 19 estaciones evaluadas 14 (73,68%) se ubican en la Clase III, 3 (18,79%) pertenecen a la Clase II (aguas de

calidad buena) y 2 estaciones (7 y 25) se ubican en la Clase IV (aguas de calidad mala). El EPT tiene como principal limitante el estar basado en una categoría taxonómica (órdenes) que no predice de manera aceptable la riqueza de especies y que además fue desarrollado para ambientes lóticos de la región Neártica, donde la abundancia de órdenes como Plecoptera es mucho más marcada que en el Neotrópico. Si bien el uso de este índice se encuentra ampliamente extendido, incluso en Sudamérica, requiere una revisión, particularmente de las escalas apropiadas a las que debe ser usado.

CA: Diseñado para complementar la información brindada por el EPT y también de amplio uso, el índice CA es por lo general interpretado de una manera muy sencilla:

CA > 50% aguas contaminadas.

CA < 50% aguas no contaminadas.

De acuerdo con esta escala, el índice CA califica a todas las estaciones del área de estudio en la segunda categoría, es decir se trata de aguas no contaminadas, por lo tanto podría afirmarse que el ecosistema acuático se encuentra en buen estado.

EPT/CA: Se considera que si la relación EPT/CA es mayor a 1 (esto significa que la abundancia proporcional de los ordenes sensibles a contaminación es mayor que la de los grupos tolerantes) el ambiente se encuentra en buen estado; por el contrario, si dicha relación es menor a 1 el sistema acuático se encuentra perturbado. Considerando esto, los resultados obtenidos ubican a todas las estaciones de evaluación de La Zanja como ambientes no perturbados o no contaminados.

BMWP: Este índice de naturaleza unimétrica (considera sólo la presencia o ausencia de determinada familia en la muestra) está basado en la riqueza de familias presentes en la muestra y en la tolerancia de cada una de éstas a distintos niveles de perturbación. El BMWP ubica a 9 de las 19 estaciones en la Categoría I (aguas de calidad excelente), a otras 9 en la Categoría II (aguas de buena calidad) y sólo una estación (10 ubicada en la quebrada Chinchimal Este) en la Categoría III (aguas de calidad regular). El índice BMWP tiene como principal defecto el considerar sólo la presencia o ausencia de las familias en la muestra colectada, esto constituye un elemento de error puesto que califica de la misma manera (con su respectivo valor de tolerancia) a familias que pueden estar representadas por 1 o muchos individuos.



IBF: El índice IBF (o HBI) considera tanto los valores de tolerancia a la contaminación por familia como la abundancia relativa de éstas en la muestra. Según este índice, las estaciones de evaluación del área de estudio se ubican en las Categorías II (aguas de calidad muy buena, estaciones 1, 3 y 4), III (aguas de calidad buena, estaciones 2, 5, 6, 8, 11, 16, 17, 23, 24 y 16) y IV (aguas de calidad regular, estaciones 7, 9, 10, 14, 15 y 25).

Las Tablas 3.64, 3.65 y 3.66 muestran las escalas de calidad de agua según los índices EPT, BMWP e IBF, respectivamente.

#### ***3.2.4.9 Variación del componente hidrobiológico (2003 –2006)***

En esta sección se comparan los resultados obtenidos por Knight Piésold en la evaluación realizada en el año 2003 para las variables ambientales y biológicas del ecosistema acuático con los resultados obtenidos por Knight Piésold en el año 2006. Esta comparación se hace con la finalidad de hacer un seguimiento a la variación de dichas variables en el tiempo.

#### ***Estaciones de valuación***

Como se citó párrafos arriba, las estaciones de evaluación del año 2006 fueron las mismas que las evaluadas en el 2003, excepto por las estaciones 18 (río Corrales), 21 (río Pisit a la altura de Pulan) y 22 (río San Pedro a la altura de Pulan) las que no fueron posible muestrear, tampoco se consideró las estaciones 12 (Qda Chinchimal oeste), 13 (río Los Ugares), 19 (Qda. La Quinoa) y 20 (río Blanco) por encontrarse en la cuenca del río San Lorenzo la cual no se verá afectada por el desarrollo del proyecto. Asimismo se incluyó las estaciones 24, 25 y 26 definidas por primera vez para la evaluación del año 2006.

#### ***Calidad del hábitat***

En la evaluación realizada en el año 2003, se utilizó una metodología para el análisis de calidad de hábitat que consistió en la evaluación biofísica del hábitat y estuvo orientada principalmente a definir la aptitud del medio para sostener una población importante de peces.

De las 16 estaciones comunes a las evaluaciones realizadas en los años 2003 y 2006, 4 estaciones (3, 5, 6 y 14) conservan la misma categoría (Clase II, hábitat de calidad medio baja). En 9 estaciones (1, 2, 4, 7, 8, 9, 15, 16 y 17) la calificación de la calidad del hábitat ubica al ambiente en una categoría superior según los resultados de la evaluación llevada a cabo en el año 2006. Las Estaciones 10, 11 y 23 se ubicaron en una categoría de calidad menor a la observada en la evaluación llevada a cabo en el año 2003. En general, la calificación de calidad de un hábitat varía debido a diversos componentes como la

estacionalidad y la ocurrencia de eventos ambientales imprevistos (lluvias, deslizamientos, sequía) (Gráfico 3.46).

### ***Macro invertebrados bentónicos***

La evaluación de macro invertebrados bentónicos fue realizada en cinco puntos de muestreo en común entre el 2003 y el 2006. Los resultados de diversidad se detallan líneas abajo y se muestran en los Gráficos 3.47, 3.48 y 3.49:

*Estación 1:* (Fotografía 3.102) Los valores observados de diversidad son mayores en el 2006 ( $H' = 4,34$  bits/individuo) que en el 2003 ( $H' = 3,84$  bits/individuo). La abundancia fue mayor en el 2003 (171 individuos) que en el 2006 (117 individuos) y la riqueza de especies es mayor en el 2006 con 25 morfoespecies contra 22 morfoespecies en el 2003.

*Estación 2:* (Fotografía 3.103) Los valores observados de diversidad son ligeramente mayores en el 2006 ( $H' = 4,05$  bits/individuo) que en el 2003 ( $H' = 3,93$  bits/individuo). La abundancia fue mayor en el 2003 (184 individuos) que en el 2006 (137 individuos) y la riqueza de especies es mayor en el 2006 que en el 2003 (26 morfoespecies en el 2006 contra 25 en el 2003).

*Estación 3:* (Fotografía 3.104) La diversidad es mayor en el 2006 ( $H' = 4,17$  bits/individuo) que en el 2003 ( $H' = 3,79$  bits/individuo). La abundancia fue mayor en el 2003 (181 individuos) que en el 2006 (107 individuos) y la riqueza de especies es mayor en el 2006 (23 morfoespecies contra 20 en el 2003).

*Estación 16:* (Fotografía 3.105) La diversidad es significativamente mayor en el 2006 ( $H' = 4,08$  bits/individuo) que en el 2003 ( $H' = 3,03$  bits/individuo). La abundancia es mucho mayor en el 2003 (755 individuos) que en el 2006 (148 individuos) y la riqueza de especies es mayor en el 2003 (25 morfoespecies contra 21 en el 2006).

*Estación 17:* (Fotografía 3.106) La diversidad es mayor en el 2006 ( $H' = 3,82$  bits/individuo) que en el 2003 ( $H' = 2,90$  bits/individuo). La abundancia fue mayor en el 2003 (767 individuos) que en el 2006 (119 individuos) y la riqueza de especies fue mayor en el 2003 (25 morfoespecies contra 17 en el 2006).

Como se puede observar, en general los valores de diversidad registrados en la evaluación del 2006 son mayores que los registrados en la evaluación del 2003, pero los valores de abundancia suelen ser mayores en el 2003 que en el 2006 y la riqueza de especies varía

influenciada de manera importante por la abundancia. Esto puede explicarse por un fenómeno de estacionalidad, normalmente la población de macro invertebrados bentónicos (en especial insectos en sus últimos estadios larvales) se ve incrementada justo antes del inicio de la temporada de crecidas, en tanto que se mantiene en niveles medios durante la época de vaciante, esto coincide con las temporadas de muestreo en los dos estudios comparados; en el primer caso (2003) los muestreos se realizaron en diciembre del 2003 justo antes del inicio de la época de lluvias, en tanto que el muestreo del 2006 fue conducido durante la época más intensa del estiaje (septiembre 2006).

### ***Peces***

Comparando las estaciones de muestreo en común entre las dos temporadas de evaluación, se comprueba que el registro se incrementa en el 2006 (Gráfico 3.50). Por otro lado, mientras que en el 2003 la especie *Astroblepus simonsii* no fue registrada en la zona alta (arriba de los 3 200 m de altitud) del río Pisit ni en la quebrada El Cedro, durante la evaluación llevada a cabo en el año 2006, esta especie fue registrada en las estaciones 17 y 24 (Fotografías 3.106 y 3.107) ubicadas a 3 260 m y 3 230 m, respectivamente.

Basándose en las evaluaciones de vida acuática realizadas en los años 2003 y 2006, se puede concluir que:

- La evaluación de las cualidades biofísicas del hábitat ubica a la mayor parte de las estaciones en categorías media y medio-alta, lo que significa que el ambiente tiene, potencialmente, la capacidad para sostener una población media de peces, tanto en estadios juveniles como adultos.
- El protocolo de evaluación visual del hábitat (SVAP) califica a la mayor parte de las estaciones en categorías de calidad media (II y III), lo que coincide con el protocolo bifásico; esto quiere decir que el ecosistema tiene la capacidad para albergar una comunidad hidrobiológica de mediana robustez y riqueza.
- La comunidad de algas bentónicas registrada está constituida por especies y morfoespecies indicadoras de niveles medios o bajos de alteración y aportes orgánicos de orden medio; esto indicaría que el ambiente acuático en la zona de estudio recibe materia orgánica, aportada principalmente por algunos pequeños pueblos ubicados en las cabeceras (como Pisit) o por actividades ganaderas.
- La comunidad de peces está constituida por dos especies, las cuales presentan simpatria (comparten la misma área) en el área evaluada. Es evidente que la población de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) es significativamente mayor que la de

*Astroblepus simonsii* y esto podría deberse a su ampliamente citada actividad depredadora.

- La comunidad de macro invertebrados bentónicos es altamente diversa y presenta una riqueza medio-alta debido a los diferentes tipos de hábitat específico que existen en el ámbito de trabajo y al estado de conservación de algunos espacios (como el bosque en la quebrada El Cedro).
- La diversidad beta del medio es relativamente alta debido a la variabilidad del hábitat y por lo tanto a la diferenciación en la composición de la comunidad hidrobiológica en el ámbito de estudio.
- La calidad del agua, según los índices utilizados, es buena. En general se trata de ambientes con poca alteración.
- De los índices utilizados para determinar el estado del ecosistema acuático (EPT, BMWP e IBF), el IBF parece ser el que mejor refleja la situación actual del sistema.
- El ecosistema en la zona de evaluación conserva una formación importante de bosques montanos, lo que define algunas características del ambiente acuático y por lo tanto adquiere singularidad en función a lo observable en otras cuencas de la vertiente del Pacífico.

Las evaluaciones de vida acuática correspondientes a los años 2003 y 2006, se han incluido en el Anexo M.

### **3.2.5 Áreas naturales protegidas**

La zona en donde se ubica el proyecto no se encuentra dentro de ningún Área Natural Protegida por el Estado (ANPE). El área protegida más cercana, la Zona Reservada Chancaybaños, se encuentra a una distancia aproximada en línea recta de 27 km al norte del área de estudio, el Bosque de Protección Pagaibamba, se encuentra a 50 km aproximadamente al norte de la zona de estudio y el Parque Nacional de Cutervo se encuentra ubicado a una distancia aproximada de 70 km al noreste del área evaluada.

### **3.3 Ambiente socioeconómico**

En el marco de los estudios para el EIA del Proyecto La Zanja, Golder Associates Perú S.A. (Golder) elaboró el Estudio de Impacto social (EIS), el mismo que constituye el Anexo N del presente EIA e incluye los estudios de línea base socioeconómica, la evaluación de impactos socioeconómicos y el plan de relaciones comunitarias.

### 3.3.1 Área de estudio

#### 3.3.1.1 Área de influencia directa (AID)

Golder identificó dos áreas de influencia para la elaboración del EIS: el Área de Influencia Directa (AID) y el Área de Influencia Indirecta (AII), las mismas que se muestran en el Cuadro 3.31.

**Cuadro 3.31**  
**Áreas de influencia y criterios de definición**

Área de influencia	Ubicación	Criterios de definición
Área de Influencia Directa – AID Figura 3.24	Centro poblado menor de Pisit Caserío La Zanja	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Impactos potenciales en el acceso a recursos naturales como agua y suelo.</li> <li>▪ Impactos potenciales en la estructura social, económica o cultural de la población local por efectos directos de las actividades del proyecto.</li> </ul>
Área de Influencia Indirecta – AII Figura 3.25	Distrito Pulán Distrito Tongod Provincia Santa Cruz Provincia San Miguel	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Territorial: Articulación territorial existente.</li> <li>▪ Político Administrativo: pertenencia político administrativa</li> <li>▪ Distribución de Canon y Regalías</li> </ul>
	Región Cajamarca	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Distribución de Canon y Regalías en menor medida.</li> </ul>

### 3.3.2 Área de influencia directa (AID)

#### 3.3.2.1 Demografía

La población encuestada alcanza a 299 habitantes, de los cuales 98 (32,8%) viven en el caserío La Zanja y 201 en el centro poblado menor de Pisit (67,2%) (Figura 3.26). La distribución por género de esta población es equilibrada, siendo el 51,2% mujeres y el 48,8% varones. Por otro lado, se trata de una población joven ya que la edad media en La Zanja es de 29,67 años y en Pisit de 25,62 años (Cuadro 3.32 y Gráficos 3.51 y 3.52).

**Cuadro 3.32**  
**Población total según género por localidad, (%) (2007)**

Localidad	Sexo		Total (%)	Edad media	Total absoluto
	Hombre (%)	Mujer (%)			
La Zanja	54,08	45,92	100	29,67	98
Pisit	46,27	53,73	100	25,62	201
<b>Total absoluto</b>	<b>146</b>	<b>153</b>	<b>100</b>		<b>299</b>

Fuente: Golder Associates Perú S.A. Censo a Hogares AID Proyecto La Zanja, 2007.

La población en edad de trabajar (PET) incluye a los pobladores que hayan cumplido 14 años de edad en adelante. La mayor parte de la PET en La Zanja y Pisit tiene entre 14 y 45 años de edad (74%), mientras que la proporción de la PET mayor de 66 años es mínima (5,3%).

En lo referente al estado civil, se tiene que la mayoría de la población mayor de 15 años declara encontrarse casada o conviviendo, tratándose del 62,5% frente a un 31% que declaró permanecer soltero.

Por otro lado, se ha considerado como población migrante a todos aquellos miembros del hogar ausentes por más 30 días, representando en La Zanja y Pisit sólo el 5,35% de la población total. Al tratarse de personas que mantienen vínculos con su familia, puede hablarse de una migración temporal, ya que pueden regresar a sus centros poblados por temporadas. El motivo principal por el cual se decide migrar es el estudio, seguido del trabajo. Se trata de una población en su mayoría femenina (62,5%) y joven, entre 14 y 25 años (Tablas 3.67 y 3.68).

### **3.3.2.2 Pobreza**

Para analizar la pobreza en el caserío La Zanja y en el centro poblado menor de Pisit, se utilizó la metodología de las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), entre las que se consideran las condiciones de vivienda y hacinamiento, el acceso a servicios e inasistencia escolar para niños entre 6 a 12 años. Identificando como pobres a todas las familias que tienen una o más NBI. Este es el caso para el 66,2% de la población de La Zanja y Pisit (Tabla 3.69).

### **3.3.2.3 Educación**

Gran parte de la población mayor de 15 años del caserío La Zanja y del centro poblado menor de Pisit ha alcanzado como máximo un nivel de primaria completa (38,23%). La distribución entre géneros es pareja en este nivel; sin embargo, la presencia de mujeres disminuye considerablemente en el nivel de la secundaria, siendo nula en el nivel de estudios superiores. Además, son más las mujeres que no han alcanzado ningún nivel educativo en comparación con los hombres. Por otro lado, apenas cuatro pobladores (1,42%) han alcanzado algún nivel de estudios superiores (no universitarios) siendo exclusivamente varones que viven en el centro poblado Pisit, como se aprecia en el Cuadro 3.33

**Cuadro 3.33**  
**Nivel educativo de la población mayor de 15 años según género por localidad, 2007**

Nivel Educativo	La Zanja				Pisit			
	Hombre	Mujer	Total	Total %	Hombre	Mujer	Total	Total %
Sin Nivel	1	8	9	12	2	21	23	17,8
Primaria Incompleta	8	8	16	21,3	14	13	27	20,9
Primaria Completa	9	15	24	32	23	31	54	41,9
Secundaria Incompleta	11	1	12	16	6	3	9	7,0
Secundaria Completa	10	4	14	18,7	6	6	12	9,3
Superior No Universitaria Incompleta	0	0	0	0	2	0	2	1,6
Superior No Universitaria Completa	0	0	0	0	2	0	2	1,6
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>36</b>	<b>75</b>	<b>100</b>	<b>55</b>	<b>74</b>	<b>129</b>	<b>100</b>

Fuente: Golder Associates Perú S.A. Censo a Hogares AID Proyecto La Zanja, 2007.

Teniendo en cuenta el nivel educativo de acuerdo con las edades, puede señalarse que la población más joven se encuentra mejor educada que las generaciones anteriores, en las cuales el nivel va disminuyendo conforme aumentan los rangos de edad (Tablas 3.70 a 3.72).

### **3.3.2.4 Salud**

La población de La Zanja y Pisit manifestó haber tenido problemas de salud asociados a enfermedades respiratorias (20,46%), digestivas (18,18%), dolores de cabeza (15,91%), osteoarticulares (9,09%) y otras no especificadas (9,09%).

Por otro lado, es importante destacar que ha sido poca la recurrencia de dolencias entre la población de La Zanja y Pisit si se tiene en cuenta que de la población censada de 299 habitantes, sólo se registraron 44 casos de enfermedades (14,72%). Asimismo, en ambos centros poblados fueron más mujeres las que presentaron problemas de salud (Tablas 3.73 y 3.74).

### **Salud de las mujeres**

El 52,11% de las mujeres en edad reproductiva en La Zanja y Pisit no utiliza ningún método anticonceptivo. La población restante recurre al método del ritmo, al uso de hierbas, dispositivos intrauterinos, preservativos e inyecciones (Tablas 3.75 y 3.76).

En lo referente a la atención del parto del último hijo, el 85,9% de las madres en La Zanja y Pisit dio a luz en su casa. En menor medida, fueron atendidas en postas y centros de salud. Apenas un 2,04% de mujeres en Pisit fueron atendidas en un hospital, situación que no se dio en el caserío La Zanja (Tablas 3.77 y 3.78).

### ***Salud de los niños***

En La Zanja y Pisit los niños menores de 12 años fueron afectados principalmente por enfermedades respiratorias. Se dieron otros casos de alergias, enfermedades digestivas y diarreicas.

### ***Salud de las personas de la tercera edad***

Es poca la población de la tercera edad que manifiesta haberse enfermado. Las únicas dolencias señaladas como recurrentes en La Zanja y Pisit son las del sistema digestivo. Además, se han presentado enfermedades respiratorias, del tracto urinario, osteoarticulares y caries dentales (Tabla 3.79).

### ***Recursos de salud***

Un actor importante en las zonas rurales es el promotor de salud, el cual realiza acciones de apoyo a las actividades del personal de salud. Adicionalmente, y para paliar las necesidades insatisfechas de atención de salud, la población tanto a nivel regional como provincial y distrital, recurre frecuentemente a la medicina tradicional, practicada por parteras, hueseros y curanderos, además de la automedicación.

En caso de enfermedad, la población de La Zanja y Pisit señala acudir principalmente a las postas de salud instaladas por el MINSA; en menor medida, se dirigen a los centros de salud de la misma institución. Algunos pobladores de La Zanja recurren a su promotor de salud, mientras que otros de Pisit a los centros del Seguro Social de Salud del Perú (EsSalud) y otro tipo de establecimientos. Cabe destacar que los pobladores de Pisit van principalmente a la posta de Tongod (53,9%) a la cual pertenecen administrativamente, a diferencia de los habitantes de La Zanja que prefieren ir en primer lugar a la de San Miguel (45,5%) y en segundo, a la posta de San Lorenzo (22,7%), ambas ubicadas en la provincia de San Miguel. Apenas tres familias declararon acudir a la posta de salud de Pulán, a la cual pertenecen administrativamente (Tablas 3.80 y 3.81, Figura 3.27).

#### ***3.3.2.5 Infraestructura***

No se encontraron diferencias significativas en las condiciones de las viviendas del AID, tal como se muestra en el Cuadro 3.34.



**Cuadro 3.34**  
**Resumen de las características de las viviendas por localidad, 2007 (%)**

Localidad	Materiales (%)			Sin desagüe / uso de letrinas (%)	Alumbrado con lamparines a kerosene (%)
	Paredes de adobe o tapial	Techos de calamina / prefabricado	Piso de tierra		
La Zanja	94,2	86,5	88,5	72,73	84,3
Pisit	90,9	86,4	100,0	80,77	100,0

Fuente: Golder Associates Perú S.A., Censo a Hogares La Zanja y Pisit, Proyecto La Zanja, 2007.

La población de La Zanja y Pisit no cuenta con servicio de electricidad, la gran mayoría señaló utilizar lamparines a kerosene o a gas para su alumbrado (Tabla 3.82). Por otro lado, la mayoría dispone de letrinas, pozos ciegos o silos para tal fin (78,34%) (Tabla 3.83, Figura 3.28). Finalmente, casi la totalidad de las familias en La Zanja y Pisit utiliza leña para cocinar (95,95%) (Tabla 3.84).

### **3.3.2.6 Uso doméstico del agua**

En el contexto del Proyecto La Zanja, el tema del acceso al agua es particularmente importante principalmente en el distrito de Pulán. Según el estudio realizado por PRONAMACHCS en el 2007, la mayoría de la población aguas abajo del proyecto se abastece de agua en las quebradas y puquiales que se encuentran en las partes altas y medias de las laderas a ambos lados de la micro cuenca de la quebrada El Cedro. No utilizan las aguas de la quebrada El Cedro o su continuación (el río Pulán) para uso doméstico. Por otro lado, cabe mencionar que la empinada topografía en la micro cuenca no permite a los pobladores que se ubican aguas abajo del Proyecto La Zanja, el acceso al recurso agua constituido por esta quebrada y este río hasta llegar al distrito de Saucepampa.

La principal fuente de agua para los pobladores de La Zanja y Pisit son los puquiales (51,35%), fuente considerada por la mayoría como de buena calidad. Le siguen en orden de importancia, las quebradas (14,86%). Por otro lado, la red pública y el pilón de uso público son usados para este fin por una minoría, exclusivamente en Pisit, ya que dichas fuentes están ausentes en las viviendas del caserío La Zanja (Tabla 3.85, Figura 3.28).

### **3.3.2.7 Comunicación y transporte**

#### **Vías de comunicación**

Tanto La Zanja como Pisit disponen de la carretera afirmada La Zanja - El Empalme como la principal vía de comunicación. Por otro lado, en la parte alta existe también una trocha

carrozable que permite comunicar Pisit con Tongod. Finalmente, están los caminos de herradura que unen los diferentes caseríos entre sí (Figura 3.24). No existe transporte público ni en La Zanja ni en Pisit, los pobladores recurren a los camiones que recogen la leche para llegar a las ferias dominicales o realizar otros trámites.

### ***Energía y comunicaciones***

La Zanja y Pisit reciben señal satelital de las empresas Telefónica y Claro. Además ambas localidades reciben señales de diversas emisoras radiales de nivel nacional, regional y distrital (Figura 3.29).

### **3.3.2.8 Actividades económicas**

#### ***Empleo***

El empleo en La Zanja y Pisit está básicamente vinculado a las actividades agropecuarias (86,30% de la PEA). Le siguen en importancia, los sectores de artesanía/manufactura y minería. La mayoría de la PEA (55,33%) son trabajadores familiares no remunerados (TFNR), les siguen los autoempleados (39,59%) y finalmente, los trabajadores asalariados, concentrados en el caserío La Zanja (Tabla 3.86).

Existe además, la posibilidad de empleo como peón en labores agrícolas y construcciones de viviendas. Los salarios y condiciones varían entre S/. 7 por día con 3 comidas para un jornalero y S/. 10 por día con 3 comidas para aserradores de madera. También algunos pobladores trabajan de vendedores en las ferias. Cabe mencionar que desde el año 2001 hasta la fecha, el Proyecto La Zanja viene dando empleo a los pobladores locales en forma rotativa, en el marco de sus actividades de exploración y apoyos locales, como el mejoramiento de carreteras y obras de infraestructura comunitaria.

#### ***Comercio***

En cuanto al comercio, en el caso específico del caserío La Zanja y el centro poblado menor de Pisit, la comercialización de los productos se realiza principalmente en ferias agropecuarias semanales como las de El Empalme, Tongod y San Miguel. Los productores locales comercializan ganado, productos agrícolas y derivados lácteos. Asimismo, adquieren ropa, electrodomésticos e implementos como herramientas agropecuarias de comerciantes que proceden tanto de Cajamarca, como de Santa Cruz y Chiclayo.

Los comercializadores de leche recogen a diario la producción lechera de los ganaderos tanto de La Zanja como de Pisit para dos empresas: Nestlé y Gloria S.A. El centro de acopio de Gloria S.A. es la planta de enfriamiento de San Lorenzo, mientras que el de Nestlé es la planta

de enfriamiento de Gordillos; desde ambas plantas, la leche es transportada a Cajamarca para su procesamiento y transformación.

En el 2005, con el apoyo del Proyecto La Zanja, se implementó una piscigranja en el centro poblado menor Pisit, la cual consta de diez (10) pozas y tiene una capacidad de producción de seis (6) TM/año. Desde mediados del 2006, el municipio de Pisit vende las truchas arco iris producidas en la piscigranja a Tongod, a San Miguel y otros caseríos del entorno.

### ***Actividades agropecuarias***

#### Propiedad de la tierra

En el caserío La Zanja y el centro poblado menor de Pisit todas las tierras son de propiedad privada. La gran mayoría de los encuestados indica poseer documentos que acreditan la propiedad de la tierra, así un 35,63% de las parcelas posee una escritura de juez; en tanto el 25,29% dispone de un título en registros públicos y el 8,99% cuenta con un certificado de posesión campesina. Apenas 3 casos señalaron no tener ningún tipo de documento. Los pobladores han adquirido tierras principalmente por compra y venta (53,93%), por herencia (32,58%), o por otros medios (8,99%). Finalmente, en términos generales, la mayoría (43,24%) de las familias en ambas localidades poseen entre 0,02 a 4,99 ha. (Tabla 3.87).

#### Agricultura

En La Zanja y Pisit la producción agrícola está destinada principalmente al autoconsumo (55,4%), se realiza en forma tradicional y no es intensiva, empleando pesticidas e insecticidas así como abono y fertilizante en ambas localidades (Figura 3.30). Se emplea la yunta para el arado de la tierra. Los principales productos son la papa (en términos de producción y rendimiento), seguida del olluco y la oca.

La mayor parte de los encuestados (86,8%) señala que sus cultivos son de secano. Sólo una mínima parte de las tierras tienen acceso a riego mediante acequias de poca longitud (PRONAMACHCS, 2007).

#### Ganadería

En el caserío La Zanja y el centro poblado menor de Pisit la ganadería es la principal actividad económica, con un sistema de trabajo extensivo; las familias crían principalmente ganado vacuno criollo, aves de corral, cuyes y caballos. El ganado, sea vacuno u ovino, es mayormente de raza criolla, es un activo importante para generar ingresos a través de la venta de lana (en el caso de ovinos), la venta misma del animal y la producción y venta de leche (en el caso de vacunos). El 47,4% de los productores de La Zanja y el 56,3% de Pisit tiene entre 4

a 10 cabezas de ganado vacuno criollo, concentrándose principalmente en Pisit. En menor medida, las familias declaran tener de 1 a 3 cabezas. Apenas una familia en cada centro poblado señala tener más de 20 cabezas (Tabla 3.88).

Los productos derivados de la ganadería que se obtienen en La Zanja y Pisit son la leche y el queso. La leche es el producto de mayor producción, está destinada en gran parte a la venta, constituyendo la columna vertebral de la economía familiar. El queso es producido en mucho menor proporción, tratándose apenas de dos familias. Otro producto de origen animal es el huevo, producido apenas por una familia en el centro poblado menor Pisit (Tabla 3.89).

#### Otras actividades

Las familias del caserío La Zanja y del centro poblado menor de Pisit también se dedican a la textilera y a la carpintería, presentando criterios de género. La primera es practicada exclusivamente por mujeres para la fabricación de chales, ponchos, colchas, frazadas, alforjas, polleras, talegas, mantas, chompas, entre otros. Por el contrario, la carpintería es practicada sólo por varones, fabricando mesas, camas, puertas, sillas, bancas, ventanas y otros.

En el caserío La Zanja, y a iniciativa de los pobladores, se ha implementado un taller de carpintería; la maquinaria ya está comprada e instalada. Sin embargo, aún hace falta personal preparado para la capacitación de los jóvenes de este caserío.

### **3.3.2.9 Autoridades locales y organización social de base**

#### ***Autoridades locales***

Las autoridades más importantes en el caserío La Zanja y el centro poblado menor de Pisit son el Teniente Gobernador y el Agente Municipal. El primero representa al Estado en el caserío y es nombrado a partir de una terna propuesta por los prefectos y subprefectos (autoridades estatales de la provincia y los distritos de la región). Entre sus principales funciones está mantener el orden y la seguridad pública. Por su parte, el Agente Municipal representa al gobierno municipal en los caseríos, es elegido por una terna propuesta por la Asamblea General de la localidad. De acuerdo con la Ley Orgánica de Municipalidades, la mayoría de las competencias del Agente Municipal son compartidas con instancias descentralizadas del gobierno municipal.

#### ***Organizaciones sociales***

##### Ronda campesina

La ronda campesina tiene representatividad en el caserío La Zanja. Al momento de la realización del trabajo de campo, la ronda campesina de Pisit había sido desactivada. La

mayoría de la población y las autoridades del caserío La Zanja son miembros activos de esta organización de base, trabajando en conjunto para el cuidado de bienes de la población, para la resolución de conflictos y mantener el control del orden interno de la comunidad. Las autoridades entrevistadas recalcan que la Ronda Campesina del caserío La Zanja es independiente de cualquier organización a nivel distrital, provincial, regional o nacional.

#### Club de madres

Actualmente, sólo funciona efectivamente en el centro poblado menor de Pisit, en el cual se reparte leche a niños de 0 a 6 años y a madres lactantes, además de trigo y frijol. Si bien el caserío La Zanja es beneficiario del programa, la Municipalidad de Pulán, hasta abril del 2007, no le daba los insumos a sus pobladores.

#### Asociación de padres de familia (APAFA)

Reúne a los padres, tutores o apoderados de los alumnos de los centros educativos de La Zanja y Pisit, para supervisar el mejoramiento de la enseñanza y los servicios que brindan las escuelas, además de estar encargada del mantenimiento de la infraestructura del centro educativo.

#### Clubes deportivos

Funcionan tanto en La Zanja como en Pisit. Son organizaciones muy dinámicas y conforman uno de los nexos más fuertes donde se tejen y fortalecen las relaciones sociales entre los pobladores. Los partidos semanales y entre los caseríos y las fiestas patronales, promueven la unidad y el trabajo en equipo de la población.

### **3.3.2.10 Patrimonio socio cultural**

La población tanto del caserío La Zanja como del centro poblado menor de Pisit es esencialmente campesina, con una producción agropecuaria destinada mayormente al autoconsumo, articulada al mercado mediante la venta de leche. Ambas poblaciones no funcionan como comunidades campesinas, su historia, actividades socioeconómicas, relación con la tierra y organización social han sido moldeadas en el marco de haciendas de propiedad de grandes latifundistas.

En La Zanja y Pisit el 92,3% de la población es católica. Según las autoridades y pobladores de mayor edad entrevistados, no existen prácticas tradicionales, no hay “apus”, ni lugares sagrados. Por otro lado, en La Zanja las principales fiestas son las de Santa Rita y San Martín de Porres, ambas cada 24 de mayo; la fiesta más importante en Pisit es la de La Virgen del Rosario, el 15 de agosto.

La celebración de las fiestas patronales es una actividad muy importante de integración social, congrega a la población local e incluso a pobladores ya emigrados quienes suelen regresar una vez al año a su lugar de origen, reafirmando su pertenencia y relación con el grupo ancestral y con su historia.

### **3.3.2.11 Expectativas**

#### **Empleo**

La posibilidad de conseguir trabajo durante la vida útil del Proyecto La Zanja es uno de los beneficios más importantes percibidos por la población local para brindar su apoyo; se espera mejorar las condiciones de vida con el salario percibido, el cual puede ser invertido en una mejor alimentación y educación de sus hijos.

#### **Apoyos y obras**

Las autoridades y población locales esperan que el Proyecto La Zanja invierta en mejorar la infraestructura y las condiciones de vida de su entorno. En ambos centros poblados se tienen expectativas en cuanto a la construcción de carreteras, servicios de alumbrado eléctrico y mejoras en la educación.

#### **Medio Ambiente**

La población que está a favor del Proyecto La Zanja espera que se trabaje utilizando tecnologías limpias, protegiendo los recursos que la población utiliza para desarrollar sus actividades cotidianas.

### **3.3.2.12 Posiciones de los pobladores en el AID**

La gran mayoría de la población del caserío La Zanja y del centro poblado menor de Pisit tiene conocimiento acerca del proyecto, apenas el 5,4% declaró lo contrario. Asimismo, en cuanto a lo que se sabe del proyecto, el 78,6% declara haber escuchado que se va a abrir o explotar una mina, mientras que el 15,7% señala que el proyecto traerá trabajo (Tablas 3.90 y 3.91).

La proporción de la población que piensa que el Proyecto La Zanja podría traer beneficios (80%) es mayor que la que piensa que podría traer daños (45,70%), cabe indicar que esta indagación, incluye preguntas que no son excluyentes, teniendo como resultado opiniones diversas; así un mismo poblador puede considerar, al mismo tiempo, que las actividades del proyecto traerán tanto beneficios como daños. De los que dijeron que el proyecto podría traer beneficios el 82,14% afirmó que el proyecto les daría oportunidades de empleo, el 10,70% que la economía local será impulsada y el 7,20% que se generarán obras. Un 45,70% de la

población manifestó que el proyecto causará daños, principalmente contaminación del ambiente (82,25%), problemas sociales a las localidades (9,38%) y que la contaminación afecte a los animales (6,25%).

### **3.3.2.13 Grupos de interés en el AID**

#### ***Autoridades***

Las autoridades de los centros poblados de La Zanja y Pisit trabajan en coordinación con sus municipalidades para plantearse objetivos que busquen el desarrollo de sus localidades. Es por este motivo que presentan muchas expectativas en cuanto a la presencia del Proyecto La Zanja, ya que éste es un potencial aliado para realizar obras que beneficien a la población, además de las posibilidades de trabajo.

#### ***Las Rondas Campesinas***

La ronda campesina del caserío La Zanja, formada por iniciativa propia de la población, no pertenece a ningún comité que la agrupe y no da cuenta de sus acciones a ninguna otra organización. En cambio, la ronda campesina de Pisit fue desactivada debido a la diferencia de opiniones entre ésta y la población frente al Proyecto La Zanja, representando la primera una fuerte oposición y la segunda, es decir, la población, una posición a favor.

#### ***Comité Pro Desarrollo***

Con el fin de lograr mejoras en su localidad, los pobladores y autoridades del caserío La Zanja crearon un comité que los represente y ayude a realizar proyectos que fomenten el desarrollo del caserío. El presidente de dicha organización explica su función de la siguiente manera: *“...para que por medio de él se adquiriera cualquier cosa que necesitamos. La empresa privada no nos niega nada, nos da cualquier cosa que pidamos, cualquier apoyo, las puertas están abiertas”*.

#### ***Población local***

Las opiniones expresadas por la población de La Zanja y Pisit durante la realización de las encuestas, fue corroborada por sus autoridades. La posibilidad de beneficiarse, bien mediante ingresos, obras o apoyos, aunque sea en forma temporal, es un punto a favor del proyecto para muchos pobladores. Aunque varios pobladores y algunas autoridades locales mantienen una posición reservada frente al proyecto, esperando ver qué beneficios reales traerá su puesta en marcha. Por otro lado, se espera un respeto especial al medio ambiente. Finalmente, en el centro poblado menor Pisit, 10 jefes de familia declinaron responder al Censo de Hogares realizado por Golder basados en su oposición al Proyecto La Zanja.

### 3.3.3 Área de influencia indirecta (AII)

#### 3.3.3.1 Demografía

La región Cajamarca alberga al 5,8% de la población nacional; la población de las provincias de Santa Cruz y de San Miguel representan el 7,4% de la población regional mientras que la población de los distritos de Pulán y Tongod no llegan al 1%. Por otro lado, Pulán representa el 11,8% de la población de Santa Cruz y Tongod concentra el 5,9% de la población de San Miguel (INEI, 2005), tal y como se muestra en el Cuadro 3.35

**Cuadro 3.35**  
**Características demográficas del AII**

Lugar	Nº Habitantes	Crecimiento promedio anual %	Población rural %	Mujeres %	Menores de 20 años %
Región Cajamarca	1 411 381	0,38	72	50	46
Provincia de Sta Cruz	44 211	-0,07	81	49	45
Provincia de San Miguel	56 497	-0,66	86	51	42
Distrito de Pulán	5 213	-1,11	92	49	46
Distrito de Tongod	3 317	-1,16	75	49	45

Fuente: X Censo de Población y V Viviendas, INEI 2005.

La mayoría de la población vive en la zona rural y sólo 28% en áreas urbanas, concentrada en la ciudad de Cajamarca y algunas capitales de provincia (INEI, 2005). La distribución por género es equilibrada y la población es bastante joven, con proporciones que varían del 42% (San Miguel) al 46% (Cajamarca y Pulán) de población menor de 20 años.

En el último período inter censal, el crecimiento poblacional de la región ha sido poco significativo, a nivel provincial la tendencia fue negativa. En las últimas décadas se viene dando un proceso migratorio constante, la principal motivación ha sido la búsqueda de mejores oportunidades laborales. Los polos de atracción de este flujo migratorio han sido las regiones la Libertad, Lambayeque, Lima, y otras provincias de Cajamarca. El mayor decrecimiento de población se dio en los distritos; esto podría deberse a la falta de oportunidades, así como a las deficiencias en infraestructura y servicios básicos.

#### 3.3.3.2 Nivel de pobreza

##### **Índice de desarrollo humano (IDH)**

La región Cajamarca es una de las regiones más pobres del país, ocupando el décimo noveno lugar a nivel nacional, con un IDH de 0,54; por debajo del promedio nacional (0,62) (PNUD, 2005). Santa Cruz ocupa el lugar 84 con un IDH de 0,5632, ligeramente superior al promedio



regional (0,54); en tanto San Miguel ocupa el lugar 107 con un IDH de 0,5483 (PNUD, 2006). El distrito de Pulán, ocupa el lugar 688, es considerado muy pobre (IDH: 0,5714); el distrito de Tongod ocupa el lugar 907 (IDH: 0,5527).

### ***Ingresos***

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el ingreso familiar mensual promedio al 2006 era de S/. 217,0 en la Provincia de Santa Cruz, mientras que en la Provincia de San Miguel alcanzaba S/. 226,5 (PNUD, 2006). Asimismo, el ingreso familiar mensual promedio al 2006 era de S/. 223,0 en el Distrito de Pulán mientras en el Distrito de Tongod alcanzaba S/. 206,8 (PNUD, 2006). Estos ingresos se consideran insuficientes para alcanzar el nivel de vida apropiado que implica una vida sana, la cual se caracteriza por una alimentación adecuada, alta esperanza de vida al nacer, acceso a servicios de salud y educación de calidad. El cuadro 3.36 muestra los niveles de pobreza en Cajamarca.

**Cuadro 3.36**  
**Mapa de pobreza**

Lugar	Población (2005)	Índice de carencias	Quintil del índice de carencias	% de la Población sin:			Tasa de analfabetismo femenino	% niños de 0 a 12 años	Tasa de desnutrición en niños de 6 a 9 años (1999)
				Agua	Desagüe/Letrina	Electricidad			
Región Cajamarca	1 411381	0,8583	1	37%	25%	68%	28%	31%	47%
Provincia Santa Cruz	44 211	0,6997	1	56%	38%	76%	25%	30%	42%
Distrito Pulan	5 213	0,6772	1	59%	26%	89%	20%	30%	51%
Provincia San Miguel	56 497	0,6224	1	41%	34%	81%	27%	27%	43%
Distrito Tongod	3 317	0,5034	2	34%	28%	66%	27%	30%	35%

Fuente: Mapa de pobreza de FONCODES, 2006

### 3.3.3.3 Educación

En las provincias de Santa Cruz y San Miguel, más del 30% de la población mayor de 15 años en todos los niveles, no ha alcanzado la primaria completa, tratándose de poblaciones que tienen probablemente, un nivel deficiente de lectura y escritura (Cuadro 3.37). Esta situación limita las posibilidades de la población para mejorar sus condiciones socioeconómicas, si se considera que los empleos mejor remunerados requieren un nivel de educación mayor al que ellos han alcanzado.

**Cuadro 3.37**  
**Nivel educativo de las provincias de Santa Cruz y San Miguel (%) (2005)**

Nivel educativo que aprobó	Santa Cruz			San Miguel		
	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total
Sin Nivel	6,2	11,4	17,6	5,6	13,2	18,8
Educación Inicial	1,7	1,7	3,4	1,4	1,5	2,9
Primaria Incompleta	13,5	13,3	26,8	13,7	14	27,7
Primaria Completa	11,4	10,5	22	14,1	12,8	26,8
Secundaria Incompleta	7,7	6,3	14	6,4	4,6	11
Secundaria Completa	6,8	3,7	10,5	5,8	3	8,7
Superior no Univ. Incompleta	0,9	0,8	1,7	0,5	0,4	0,9
Superior no Univ. Completa	1,3	1,2	2,5	0,9	0,8	1,7
Superior Univ. Incompleta	0,2	0,2	0,4	0,3	0,2	0,5
Superior Univ. Completa	0,7	0,5	1,2	0,6	0,3	0,9
<b>Total</b>	<b>50,5</b>	<b>49,5</b>	<b>100</b>	<b>49,2</b>	<b>50,8</b>	<b>100</b>

Fuente: Censo de Población y Vivienda INEI 2005.

No obstante lo anterior, en los distritos de Pulan y Tongod existe un pequeño porcentaje de pobladores que alcanzó algún nivel de educación superior. Sin embargo, en ninguno de los casos supera el 2,3% en lo que se refiere a la educación superior no universitaria y el 0,8% en lo que se refiere a la educación universitaria (Cuadro 3.38). Finalmente, cabe señalar que entre el 74,1% y el 80,0% de la población mayor de 15 años, que es analfabeta, está conformada por mujeres.

**Cuadro 3.38**  
**Nivel educativo del distrito de Pulán y Tongod (%) (2005)**

Nivel educativo que aprobó	Pulán			Tongod		
	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total
Sin Nivel	4,9	9,4	14,4	6,1	12,6	18,7
Educación Inicial	2	1,5	3,5	1,4	1,7	3,1
Primaria Incompleta	13,8	15,3	29,1	13,1	11,5	24,6
Primaria Completa	12,8	11,7	24,4	13,2	14,1	27,3
Secundaria Incompleta	9	6,8	15,8	7,4	5,3	12,7
Secundaria Completa	6,6	2,5	9,1	7,9	3	10,9
Superior no Univ. Incompleta	0,8	0,7	1,4	0,7	0,4	1,1
Superior no Univ. Completa	0,5	0,5	0,9	0,7	0,5	1,1
Superior Univ. Incompleta	0,3	0,2	0,5	0,1	0,1	0,2
Superior Univ. Completa	0,5	0,5	0,9	0,3	0,1	0,3
<b>Total</b>	<b>51</b>	<b>49</b>	<b>100</b>	<b>50,8</b>	<b>49,2</b>	<b>100</b>

Fuente: Censo de Población y Vivienda INEI 2005.

### ***Cobertura educativa***

La gran mayoría de los centros educativos se encuentran en las áreas rurales de la región. En lo que se refiere a la educación básica regular, cabe resaltar que de todas las instituciones educativas de primaria, sólo 230 cuentan con un personal poli docente completo, mientras que 2 283 tienen aulas multigrado y 1 094 son unidocentes con aulas multigrado, de este último tipo, sólo 4 se encuentran en zonas urbanas (Tabla 3.92).

Se puede señalar que el acceso a la educación en las provincias de Santa Cruz y San Miguel así como en los distritos de Pulán y Tongod es deficiente, de forma más aguda a nivel de la educación secundaria y superior; mientras que el nivel de primaria tiene una buena cobertura. Sin embargo, la calidad de la educación continúa siendo deficitaria debido a la infraestructura aún inadecuada y al insuficiente personal a cargo de los centros en cada nivel. Esta situación es aún más grave a nivel rural donde la mayoría de los centros educativos de primaria son unidocentes y multigrados.

### **3.3.3.4 Salud**

#### ***Situación de la salud***

En la región Cajamarca, las enfermedades transmisibles están siendo reemplazadas por la aparición de nuevos problemas de salud, como son las enfermedades crónico-degenerativas. Las enfermedades respiratorias y diarreicas agudas son las principales causas de morbilidad, especialmente de la población infantil a nivel regional (DISA Cajamarca, 2006). Por su parte,

las dolencias más recurrentes en las provincias fueron las infecciones respiratorias agudas, otras enfermedades infecciosas y parasitarias, infecciosas intestinales, trastornos de otras partes del aparato digestivo, deficiencias nutritivas, enfermedades de la cavidad bucal, de la piel y del tejido subcutáneo (MINSa, 2005).

A nivel de los distritos de Pulan y Tongod los principales problemas de salud fueron las infecciones agudas a las vías respiratorias superiores, las enfermedades transmisibles, las infecciones intestinales, otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores, la helmintiasis, las enfermedades de la cavidad bucal, de las glándulas salivales y de los maxilares (Tablas 3.93 a 3.96).

### ***Desnutrición infantil***

Según información preliminar del Ministerio de Educación (MINEDU), en el 2005 la desnutrición crónica en la población escolar entre los 6 y 9 años fue más alta en el distrito de Tongod (38,6%) con respecto al de Pulán (36,3%) y en la provincia de San Miguel (38,1%) en comparación a la de Santa Cruz de Succhabamba (32,6%). En la región Cajamarca el porcentaje de desnutrición crónica en la población escolar fue de 37,6%.

### ***Recursos de salud***

De acuerdo con la encuesta nacional de hogares de IV trimestre del 2001, el 54,2% de la demanda de atención en la región Cajamarca está cubierta por establecimientos del Ministerio de Salud (MINSa), de los cuales el 42% se cubre mediante centros y puestos de salud y el 12,2% por hospitales. Los establecimientos de salud del MINSa cubren en mayor proporción la demanda de atención médica de la población pobre del país. En los departamentos de pobreza generalizada, como Cajamarca, el 59,1% de las consultas tuvo lugar en centros y puestos de salud y el 13,4% en hospitales (DIRES Cajamarca, 2005).

Un actor importante en las zonas rurales es el promotor de salud, el cual realiza acciones de apoyo a las actividades del personal de salud. Adicionalmente, y para paliar las necesidades insatisfechas de atención de salud, la población tanto a nivel regional como provincial y distrital, recurre frecuentemente a la medicina tradicional, practicada por parteras, hueseros y curanderos, además de la automedicación.

### ***3.3.3.5 Infraestructura***

Tanto en las provincias de Santa Cruz y San Miguel como en los distritos de Pulan y Tongod las viviendas están construidas con materiales locales (Tablas 3.97 a 3.105). Se puede evidenciar el acceso deficiente a los servicios básicos en todos los niveles; no obstante, en

general las capitales de distritos y provincias se benefician con mayor cobertura (Tablas 3.106 a 3.114).

### **3.3.3.6 Comunicación y transporte**

Existe una precariedad general a nivel de vías de acceso tanto en la provincia de Santa Cruz como en la de San Miguel. Para llegar a los distritos de la provincia Santa Cruz, se dispone básicamente de trochas carrozables. En contraste, la provincia de San Miguel está articulada a la red vial nacional, tiene salida a la Panamericana Norte, vía Chilete, tiene además enlace con la capital regional mediante el tramo Ciudad de Dios - Cajamarca. Actualmente, cuenta con aproximadamente 485 km de vías no asfaltados de carreteras, 50 km afirmados, 172 km sin afirmar y 263 km de trocha carrozable (PEDPSM, 2006).

Desde Cajamarca, se llega al Proyecto La Zanja pasando por Cajamarca – El Empalme – Proyecto (102 km). El tramo Cajamarca - El Empalme (70 km) está afirmado mientras el tramo El Empalme- Proyecto (32 km) está parcialmente afirmado. También se puede llegar desde el desvío (DV) Chilete – San Miguel – Proyecto. El tramo DV Chilete – San Miguel (53,50 km) es afirmado mientras el tramo San Miguel - Proyecto (35 km) es una trocha carrozable.

El transporte interprovincial se lleva a cabo en ómnibus, camionetas rurales, camionetas station wagon, camionetas pick up y automóviles (Plan Vial Cajamarca, 2006). Existe un servicio de buses entre San Miguel y Cajamarca y otro, que recorre la ruta San Miguel - Lima, ambos una vez por semana. Además, San Miguel cuenta con un servicio de transporte colectivo diario, con autos tipo station wagon, cuya ruta es San Miguel - Chilete.

### **Energía y comunicaciones**

Solamente las ciudades capitales en las provincias de Santa Cruz y San Miguel tienen los servicios de telefonía fija, telefonía celular y servicio de internet interconectados a la red nacional. En las capitales distritales se cuenta con servicio de locutorios públicos y teléfonos monederos de la empresa Telefónica. En Pulán y Tongod, la población tiene además acceso a telefonía satelital con servicio de internet. Por otro lado, el distrito de Pulán cuenta con su propia página web, aunque ésta no se encuentre actualizada. El distrito de Tongod tiene su espacio web en el portal de la provincia de San Miguel.

Los canales nacionales, Televisión Nacional del Perú (TNP), Panamericana Televisión, América Televisión y Global Televisión, son captados en las provincias de Santa Cruz y San Miguel a través de un sistema local de antenas repetidoras. En Pulán, funciona una estación

de TV local que repite las señales de canales de cable extranjeros y que provee un servicio de acceso a 23 canales. En las provincias de Santa Cruz y San Miguel se captan las señales de diversas emisoras de alcance nacional, regional y local

En la ciudad capital de la provincia de Santa Cruz circulan los periódicos Panorama Cajamarquino (Cajamarca), El Ojo y El Correo (Chiclayo). En la provincia de San Miguel sólo circula Panorama Cajamarquino.

### **3.3.3.7 Actividades económicas**

El sustento del desarrollo económico de Cajamarca se apoya en las actividades agropecuarias, forestales, mineras, turísticas y complementariamente en el comercio y los servicios (PDRC, 2003 - 2006). Cabe señalar que la región ha experimentado cambios favorables en su economía en los últimos diez años; lo cual se debe en no poca medida a la actividad minera. La región Cajamarca se ha convertido en el mayor contribuyente al Producto Bruto Interno (PBI) minero nacional. Entre los años 2003 y 2005, su participación en el PBI minero pasó del 27,5% en 2003, al 35,5% en 2004 y llegando al 45,7% en el 2005 (Instituto Cuanto, 2006). En el 2005, y pese a la primacía minera (48,2%), el PBI de otras actividades y sectores aumentó, en particular el sector servicios (Instituto Cuanto, 2006), (Tabla 3.115).

### **Empleo**

En 2005, según el Ministerio de Trabajo (Boletín Socioeconómico Laboral, octubre 2006), en la región Cajamarca la PEA estaba dedicada a las actividades agropecuarias (68,8%), servicios no personales (8,6%) comercio (7,7%) e industria de bienes de consumo (7,2%).

### **Actividades agropecuarias**

#### Agricultura

Las tierras utilizadas para la agricultura apenas alcanzan el 13,1% en la provincia de Santa Cruz, mientras que en la provincia San Miguel llegan al 21,2% del total de la superficie territorial provincial (PDRC Cajamarca, 2006-2016 y PEDPSM, 2010). La mayoría de las unidades agropecuarias tanto en las provincias como en los distritos de Pulan y Tongod tienen menos de 5 ha y son propiedad de personas naturales (Censo Nacional Agropecuario, 1994).

Los principales cultivos tanto en las provincias de Santa Cruz y San Miguel como en los distritos de Pulan y Tongod son: maíz, trigo, cebada, papa, frijol, arveja, cereales, avena, yuca, oca, camote tarhui, olluco, café y en menor medida frutas como granadilla, tumbo y plátano (COANSA, 2004). La actividad agrícola es mayormente de secano, tiene como fin el autoconsumo siendo la comercialización de los excedentes agrícolas aún poco significativa.

### Ganadería

Cajamarca es la región con el mayor porcentaje de ordeño de vacas (15,6% del total nacional) y la segunda en producción de toneladas métricas de leche con un rendimiento promedio diario por vaca en ordeño de aproximadamente 5,6 L. En las provincias de Santa Cruz y San Miguel, la ganadería suele ser extensiva y genera la principal fuente de ingresos para las familias campesinas (PVC, 2005). Por otro lado, se tiene que el ganado destinado a la producción de leche, produce en Tongod entre 3 y 3,66 L/día en promedio por vaca, mientras que en Pulán, es de 2 y 5 L/día por vaca. La leche se extrae exclusivamente en forma manual, el precio por litro no excede los S/. 0,70 (SENASA, 2007).

### ***Industria, minería y comercio***

#### Industria

Según el Plan Maestro de Desarrollo Regional Cajamarca 2006 - 2010, las principales actividades industriales de la provincia de Santa Cruz son la transformación de caña de azúcar y la producción de derivados lácteos. En San Miguel predominan la producción de café, miel de abeja, derivados lácteos, ladrillos y artesanía de arcilla. Sin embargo, el nivel tecnológico existente en las provincias es muy bajo, las actividades se asemejan más a un corte artesanal. Otro tanto ocurre a nivel distrital, las actividades como la transformación de la leche, la producción de tejidos e hilados, talabartería y panificación se basan en técnicas manuales y esquemas de producción artesanal.

#### Minería

El potencial minero regional cubre unas 700 000 ha involucradas de denuncios mineros metálicos y no metálicos, lo que ha permitido el desarrollo de importantes proyectos en la región Cajamarca (PDRC, 2003-2006). En el 2007 la única mina en producción es Yanacocha. El canon minero transferido en el año 2006 fue el doble del transferido el año anterior, recibiendo Cajamarca uno de los mayores montos a comparación de las demás regiones del país, con un total de S/. 355 432 127,22, distribuidos entre el gobierno regional (S/. 88 858 026,30) y los gobiernos locales (S/. 266 574 100,92), (SNMPE, 2006). Entre 1996 y 2006 la región Cajamarca ha recibido por concepto del canon minero más de S/. 1 040 766 514; en el año 2007 se asignó a la región Cajamarca, por concepto de canon, la suma de S/. 585 612 960 nuevos soles.

#### Comercio

San Miguel de Pallaques es un mercado de importancia, aquí se realiza una feria dominical, en la que se comercializan: ganado, productos agrícolas, queso, quesillo, herramientas e



implementos agropecuarios, electrodomésticos, ropa, etc. Aquí acuden comerciantes de la provincia, de otras provincias de Cajamarca y de la costa.

### **3.3.3.8 Gobierno y organizaciones sociales**

#### **Gobierno**

##### Gobierno regional de Cajamarca

Entre sus competencias, destaca la planificación del desarrollo integral de la región, en forma concertada con las municipalidades y la sociedad civil. Debe además, promover y regular actividades en el ámbito de su competencia conforme a Ley. La gestión de desarrollo local está a cargo de 127 Municipalidades: 13 provinciales y 114 distritales. Por otra parte, de acuerdo con el Sistema de Información para Gobiernos Descentralizados (SIGOD), el Gobierno Regional de Cajamarca disponía en el 2006 de ingresos mensuales provenientes de recursos como son el canon forestal, canon hidroenergético, canon minero y regalías mineras, por más de 7 millones de nuevos soles al mes.

##### Municipalidades provinciales de Santa Cruz y San Miguel

Son responsables de la ejecución de obras como la construcción de trochas carrozables y la instalación de sistemas de desagüe y de riego. Administran además, los recursos económicos mediante una junta directiva elegida en asamblea democrática. Para el ejercicio presupuestal 2007, ambas municipalidades tienen destinados presupuestos de un poco más de un millón de nuevos soles cada mes, provenientes del canon minero y regalías mineras, del canon hidroenergético y del forestal, del Foncomún Provincial y el Foncomún Distrital además de los recursos ordinarios de FONCODES (FONCODES/UA Sistemas, 2007). Cabe resaltar que en el 2007, el 41,9% de los recursos de la provincia de Santa Cruz proviene del sector minero (canon y regalías), lo mismo sucede con el 41,8% de los recursos de la provincia de San Miguel.

##### Municipalidades distritales de Pulán y Tongod

Coordinan con los gobiernos regionales y provinciales. También reciben ingresos provenientes del Foncomún Distrital y de los recursos forestales, hidroenergéticos y mineros y de sus regalías (Tabla 3.116). En el 2007, ambas municipalidades tienen más de 75 500 nuevos soles mensualmente (FONCODES/UA Sistemas, 2007), siendo el 47,6% de los recursos de Pulán provenientes del sector minero (canon y regalías), igual sucede con el 41,6% de los recursos de Tongod.

## ***Organizaciones sociales***

### Rondas campesinas

Esta forma de organización se inició en Cajamarca a fines de los años setenta, para enfrentar un problema concreto de seguridad ciudadana que afectaba la economía campesina: el abigeato. Posteriormente, ante la inoperancia de las autoridades para administrar justicia, las rondas campesinas asumieron este rol sancionando a los delincuentes a través de lo que llaman “justicia campesina”, aplicando el denominado “castigo ronderil”.

### Organizaciones no gubernamentales (ONG)

Diversas ONG reciben financiamiento de la cooperación técnica internacional para ejecutar proyectos de desarrollo regional. Tras el retiro de la cooperación holandesa (SNV), las principales ONG y fuentes cooperantes son CARE Perú, GTZ (cooperación alemana), ITDG, CIPDEL, IPROGA, ASPADERUC, Asociación Los Andes de Cajamarca (ALAC), PRODELICA Unión Europea, etc. Entre las ONG con presencia regional que trabajan el tema minero se tiene al Grupo de Formación e Intervención para el Desarrollo Sostenible (GRUFIDES), EcoVida y el Frente Único en Defensa de la Vida, el Medio Ambiente y los Intereses de Cajamarca.

Por su parte, en las provincias (San Miguel y Santa Cruz) tienen presencia las siguientes ONG: ADRA Perú, Asociación de Tecnología y Desarrollo (Tecnides) y Diaconia (sólo en Santa Cruz) y CARE Perú (sólo en San Miguel). Finalmente, no se conocen ONG a nivel de los distritos de Tongod y Pulán.

### ***3.3.3.9 Patrimonio socio cultural y natural***

El idioma mayormente hablado en las provincias de Santa Cruz y San Miguel así como en los distritos de Pulan y Tongod es el castellano, salvo algunos bolsones aislados, no se habla quechua. Predomina la religión católica, aunque las iglesias cristianas vienen ganando seguidores. Las festividades religiosas celebradas en las provincias, distritos y sus centros poblados son las fiestas patronales, la Semana Santa y la Fiesta de Todos los Santos.

La celebración de las fiestas patronales es una actividad muy importante de integración social, congrega a la población local e incluso a pobladores ya emigrados quienes suelen regresar una vez al año a su lugar de origen, reafirmando su pertenencia y relación con el grupo ancestral y con su historia.

### **3.3.3.10 Grupos de interés**

#### ***Nivel regional***

##### Gobierno regional de Cajamarca

No está contra la minería responsable, defiende el derecho de la población a resguardar el medio ambiente; el presidente regional tiene una actitud de diálogo con todas las partes (Fuente: Perú 21, 14-05-2007).

##### GRUFIDES

Organización no gubernamental que trabaja el tema minería - medio ambiente en Cajamarca y que ha participado activamente en diversas actividades de protesta en la región. Mantiene una actitud crítica, pero dialogante, hacia la actividad minera.

##### Autoridad autónoma Chancay-Lambayeque

En 2004, sus representantes pidieron información acerca del proyecto. En 2005, se realizaron talleres para tales fines y desde 2006, participan en el monitoreo de aguas.

#### ***Nivel provincial***

##### Municipalidad provincial de Santa Cruz

Da la bienvenida a la generación de empleo para la población local y la inversión para mejorar sus condiciones socioeconómicas. Exige que el proyecto realice sus actividades con las mejores prácticas de conservación del medio ambiente. Considera que no se deberían realizar actividades mineras en las cabeceras de cuencas.

##### Municipalidad provincial de San Miguel

Espera de la empresa mucha responsabilidad y apoyo al desarrollo local, a través de obras, generación de empleos y apoyo a las actividades ganaderas y productivas así como en el desarrollo de actividades orientadas a la preservación y conservación del medio ambiente (reforestación).

##### Comités de desarrollo provincial de Santa Cruz y de San Miguel

Ven en el proyecto una oportunidad para el desarrollo local; promueven una cultura de diálogo para favorecer las inversiones en sus provincias.

##### Iglesia católica

Pide mayor información y apoyo para la población local. Alienta el diálogo entre el proyecto, la población y las autoridades.

Mesa de concertación provincial de lucha contra la pobreza

Promueve el diálogo entre el proyecto, la población y las autoridades.

Rondas campesinas de San Miguel y de Santa Cruz

Siguiendo la directriz nacional, tienen una posición vigilante frente a la minería en general y al proyecto en particular.

Junta de regantes de la provincia de Santa Cruz

Está opuesta a cualquier uso del agua que no sea la irrigación que ellos manejan. A la fecha se ha opuesto a la construcción del sistema de agua potable en Santa Cruz, al mejoramiento de los canales de riego y al Proyecto La Zanja, argumentando la posible contaminación que traería la actividad minera.

Frente de defensa de la vida y de los intereses de Santa Cruz

Agrupación interesada en temas de protección ambiental.

***Nivel distrital***

Municipalidad distrital de Pulán

Se opone al proyecto, argumentando que las empresas transnacionales se llevarían la riqueza; considerando además que la minería trae consigo contaminación y pobreza. Participó en la última marcha en contra del proyecto (10/05/2007).

Rondas campesinas de Pulán y Tongod

Participan de la opinión y los movimientos contrarios a la minería. Participaron en la última marcha en contra del proyecto (10/05/2007).

Municipalidad distrital de Tongod

Hasta las últimas elecciones estaba a favor del proyecto, últimamente ha expresado su preocupación porque la empresa y sus contratistas se comprometan a respetar el derecho de los trabajadores y pobladores. Representantes de la municipalidad han participado en la última marcha en contra del proyecto (10/05/2007).

**3.4 Ambiente de interés humano**

**3.4.1 Paisaje**

Knight Piésold ha realizado un estudio de línea base del paisaje para el Proyecto La Zanja (Anexo Ñ-1), el cual abarca las zonas consideradas para el emplazamiento de la mina e instalaciones complementarias. El estudio incluye un análisis del paisaje desde el enfoque

visual (paisaje visual), la consideración corresponde al enfoque de estética o de percepción e involucra una descripción de los componentes paisajísticos (elementos físicos, biológicos y culturales), así como, la interacción espacial de estos elementos y las principales dinámicas que tengan dimensión paisajística. Complementando el estudio, se realizó el análisis de calidad visual y un análisis de fragilidad y capacidad de absorción visual del paisaje.

#### **3.4.1.1 Evaluación del paisaje visual**

Gran parte del área evaluada se ubica en zonas montañosas con alta variabilidad de pendientes, las unidades geomorfológicas involucran la denominada Zona de Altiplanicie y la Cordillera Occidental. La metodología de estudio incluyó la integración del registro fotográfico de numerosos puntos de evaluación (los más representativos se presentan en la Figura 3.31. Asimismo, se contó con ortofotos de la zona e imágenes satelitales (Figura 3.32), abarcando el mayor número de sub paisajes disímiles.

#### **Zonas evaluadas**

La evaluación abarcó las áreas destinadas al emplazamiento de infraestructura relacionada con el proyecto incluyéndose además zonas en las que el desarrollo del proyecto puede influir. Asimismo, comprende la caracterización de los componentes determinantes en la configuración del paisaje visual, incluyendo procesos relacionados con éste, es en este sentido que se hizo una primera zonificación considerando aspectos físicos de importancia como las tendencias altitudinales y topográficas asociadas a procesos geomorfológicos locales, obteniéndose las siguientes unidades paisajísticas:

##### Cordillera Occidental

Esta cadena de montañas tiene su origen en procesos tectónicos y plutónicos o volcánicos. Atraviesa la región sur occidental del departamento de Cajamarca con pendientes que varían de inclinada a muy empinada, con algunas ocurrencias extremadamente empinadas. El área relacionada del proyecto se asienta sobre en una pequeña extensión de la cordillera.

##### Zona de Altiplanicie o Superficies de Erosión

En esta unidad se ubica buena parte del área vinculada al desarrollo del proyecto; corresponde a sectores discontinuos de superficies similares a la formación de Superficie de Puna (INGEMMET, 1987), pese a encontrarse a menor altura. Se trata de una gran estructura en la que se asentarán los demás elementos paisajísticos, donde uno de los de mayor relevancia es la vegetación natural. Surge así una zonificación complementaria, basada en la formación vegetal predominante, por esto se considera a las siguientes formaciones vegetales (Knight Piésold, 2003a y 2006) como unidades paisajísticas complementarias.

Bofedal

Formación vegetal andina, se presenta sobre suelos saturados con agua, asociada a cursos de agua, manantiales y depósitos de agua superficiales, asociados a terreno de poca infiltración y de escasa pendiente, de tal modo que el agua circula muy lentamente.

Césped de arroyo

Corresponde a suelos húmedos pero no pantanosos. Con vegetación baja y tupida, puede alcanzar entre los 5 cm y 10 cm de altura en promedio; está compuesta por hierbas pequeñas de color verde intenso.

Pajonal de jalca

Si bien esta formación vegetal se encuentra ocupando suelos principalmente llanos, también puede presentarse en suelos de pendiente y algo pedregosos, asociados con arbustos dispersos. Se caracteriza por la presencia de pastos de porte alto, entre 25 cm y 57 cm de altura promedio.

Matorral

Representada por especies arbustivas, asociada con plantas herbáceas. En el área estudiada el matorral no está constituido exclusivamente por plantas arbustivas; algunas plantas herbáceas, principalmente gramíneas están inmersas en esta formación.

Bosque de neblina

Es una formación boscosa fisonómicamente semejante a la selva alta, de color verde intenso, donde abundan las especies de hojas pequeñas a medianas y de consistencia coriácea a suculenta.

Vegetación de abrigo rocoso

Esta vegetación se ubica en micro cuencas estrechas, protegidas de la acción del viento y de variaciones extremas de temperatura. Estas características hacen que la vegetación se desarrolle en condiciones micro-climáticas favorables, frente a las condiciones imperantes en áreas circundantes.

Vegetación de roquedal

Esta vegetación está constituida fundamentalmente por arbustos, helechos y pastos; al estar protegidos de la acción del viento, se ven favorecidos en términos de tasa de evapotranspiración y temperatura ambiental.

Se ha realizado una tercera zonificación basada en dos criterios fundamentales, el primero de ellos es considerar el desarrollo del proyecto e infraestructuras asociadas a éste originando una división inicial en dos grandes sectores: uno que abarca Pampa Verde y San Pedro y un gran sector que involucra las demás zonas; sin embargo, para complementar esta zonificación se ha procedido a realizar una zonificación incorporando el concepto de cuencas hidrográficas, así se tienen cuatro zonas distintas entre sí (Knight Piésold, 2003a y 2006).

*Micro cuenca El Cedro – Parte alta*, que abarca las zonas en las que se ubicarán las instalaciones del proyecto, se trata del sector norte-centro.

*Micro cuenca El Cedro – Parte media*, está ubicada al norte de la zona anterior como una continuación del mismo sistema.

*Micro cuenca Pisit – Parte alta*, ubicada en el flanco oriental de la parte alta de la quebrada El Cedro.

*Micro cuenca Pisit – Parte media*, ubicada en el sector norte de la cuenca alta.

### ***Caracterización de elementos paisajísticos***

El paisaje, desde el enfoque netamente visual, es la percepción humana de la naturaleza en un segmento geográfico que puede ser observado en determinado momento. Para caracterizar el paisaje en el área de estudio, se describieron e integraron los siguientes componentes paisajísticos:

- Físicos: Elementos y procesos geológicos, geomorfológicos e hidrológicos de relevancia.
- Bióticos: Elementos y procesos biológicos y ecológicos de dimensión paisajística, prestando especial atención a la cobertura vegetal.
- Antropogénicos: Elementos antrópicos, núcleos urbanos, hábitat disperso, infraestructuras, elementos culturales, entre otros.

A continuación se describen los componentes paisajísticos descritos sistemáticamente y agrupados en:

- Componentes naturales: conformado por los elementos físicos y biológicos.
- Actuación humana: obras culturales que destacan visualmente en el paisaje, como centros poblados, caminos u otra modificación del entorno por causa humana.

- Organización visual del espacio: integra los órdenes anteriormente descritos. Las relaciones entre las características visuales de los distintos componentes pueden describirse en términos de su contraste visual, dominancia visual e importancia relativa de las características visuales. Dentro de esta descripción visual se consideran las siguientes características:
  - Color: Propiedad de reflejar la luz con una particular intensidad y longitud de onda.
  - Forma: Es el volumen o figura de un objeto o de varios objetos que aparecen unificados visualmente.
  - Línea: Es el camino real o imaginario que percibe el observador cuando existen fuertes contrastes entre los elementos visuales (color, forma o textura) o cuando los objetos se presentan en una secuencia unidireccional.
  - Textura: Es la manifestación visual de la relación entre la luz y la sombra motivada por las variaciones existentes en la superficie de un objeto.
  - Dimensión y escala: Es el tamaño o extensión de un elemento integrante del paisaje.
  - Configuración espacial o espacio: Es un elemento visual complejo que engloba el conjunto de cualidades del paisaje determinadas por la organización tridimensional de los objetos y los espacios libres o vacíos de la escena.
  
- Dinámicas: El paisaje puede mostrar indicios de las dinámicas resultantes de la interacción de estos elementos.

Luego de la descripción de los elementos a considerar, se caracteriza a éstos respecto a cada zona presentada con anterioridad.

### ***Zona micro cuenca El Cedro – Parte alta***

#### Componentes naturales

Los componentes naturales han sido agrupados en base a la geomorfología y la formación vegetal descritas anteriormente, de esta forma se tienen los siguientes componentes para esta zona:

#### *Altiplanicie - Pajonal de Jalca*

Está representada por un sector de la Zona de Altiplanicie sobre la que se asienta vegetación de pajonal de Jalca. Las pendientes son variables pudiéndose encontrar zonas de pendientes que varían desde ligeramente inclinada a empinada, hasta zonas con pendientes muy



empinadas; las especies vegetales son principalmente gramíneas de porte medio con alguna incidencia de especies arbustivas dispersas; la vegetación puede ser permanente o anual.

*Altiplanicie - Matorral*

Se asienta sobre la Zona de Altiplanicie, se caracteriza por un mayor predominio de vegetación arbustiva aunque con incidencia de vegetación de pajonal disperso; las pendientes y altitud también presentan un patrón similar al de la unidad descrita líneas arriba.

*Altiplanicie - Bofedal*

Está asentada sobre la Zona de Altiplanicie, en la parte alta de la micro cuenca, en sectores de la divisoria de cuencas; las zonas de ocurrencia de bofedal presentan pendientes suaves a moderadas, es decir moderadamente inclinadas a moderadamente empinadas principalmente; la vegetación se encuentra íntimamente ligada al afloramiento de agua.

*Altiplanicie - Vegetación de Roquedal*

Esta unidad se encuentra formando parches inmersos dentro del pajonal, sobre la Zona de Altiplanicie, en sectores de pendientes moderadamente empinadas a empinadas donde el suelo es poco profundo y las especies vegetales aprovechan los intersticios que ofrecen las estructuras rocosas para desarrollar sus raíces.

*Altiplanicie - Césped de Arroyo*

Esta unidad se encuentra formando pequeños parches inmersos dentro de la vegetación de pajonal y asociado a las quebradas, sobre la Zona de Altiplanicie. Las pendientes son moderadamente empinadas a empinadas y el suelo puede estar expuesto a inundaciones periódicas que han condicionado el crecimiento de la vegetación de porte bajo y tupido.

Los cuerpos de agua en la zona son numerosos, entre éstos figuran la quebrada El Cedro como colector y las quebradas Bancuyoc y Vizcachas en la margen derecha del río, las quebradas Cocán y Bramadero se ubican en la cuenca media. En la margen izquierda del río, desde sus zonas más altas, se ubican las quebradas La Cuchilla, La Cárcel, La Playa, La Mina y los cerros Campana, La Zanja y Pampa Verde. Éstos en conjunto conforman un drenaje de tipo dendrítico, y se encuentran en un perfil previo al de equilibrio, conformando valles estrechos en formación o de muy poco desarrollo. Estas quebradas presentan flujo continuo a lo largo del año.

### Actuación humana

Hacia la margen derecha de la quebrada El Cedro, en la zona alta de la quebrada Bramadero, se encuentran áreas con huellas de quema, cuya finalidad fue la de transformar las áreas naturales de matorral a pastizales para el pastoreo de ganado vacuno. En la parte alta de los cerros Mariela y Turmalina, se encuentran carreteras de acceso a plataformas de perforación y una zona de desmonte de una antigua mina denominada Mariela (socavón) que no perteneció a Minera La Zanja. Hacia la margen izquierda de la quebrada El Cedro se observa la línea de la carretera que pasa por la ladera noreste del cerro Pampa Verde e ingresa a una zona con huellas de haber sido deforestada para fines ganaderos y que actualmente sostiene las instalaciones de un vivero forestal de la empresa minera. Esta ladera presenta además, evidencias de erosión originada durante la construcción y en el mantenimiento de la carretera. El cerro Campana presenta numerosos caminos pedestres en suelo desnudo de coloración marrón.

### Organización visual del espacio

El ordenamiento espacial en la zona está influenciado por la topografía y las dinámicas hidrológicas, que se asocian con aspectos climáticos para determinar el asentamiento de la vegetación que en conjunto conforman los aspectos dominantes del paisaje.

## ***Zona micro cuenca El Cedro – Parte media***

### Componentes naturales

#### *Altiplanicie – Pajonal de Jalca*

Esta unidad paisajística en realidad corresponde al ecotono (zona de transición) entre el pajonal y el bosque nublado, así como a la transición de sectores de altiplanicie y cordillera occidental. Su amplitud es bastante reducida y su conformación es similar a la descrita para la zona anterior.

#### *Cordillera Occidental – Bosque de Neblina*

Está representada por un sector de la cordillera Occidental, a una altitud inferior a la del pajonal, sobre la que se asienta el Bosque de Neblina. El relieve específico de esta unidad varía con mayor frecuencia desde empinado a muy empinado. La cobertura vegetal es perenne y está dominada por especies de porte arbóreo siempre verdes que conforman un bosque cuya principal característica es la presencia de humedad frecuente en forma de neblina

El cuerpo de agua principal en la zona de la micro cuenca lo constituye la quebrada El Cedro, como receptor de las numerosas quebradas que nacen en la zona en la parte alta; entre éstas, las más importantes son las quebradas Mina y Alcaparrosa.

#### Actuación humana

En la zona se encuentran parches talados de bosque de neblina, cuya finalidad ha sido diversa, entre fines de uso pecuario y asociados a la actividad de exploración minera en pequeña escala.

#### Organización visual del espacio

El ordenamiento espacial en la zona está influenciado por la topografía y las dinámicas hidrológicas. Asimismo, se observa que las dinámicas humanas están asociadas indirectamente con la vegetación de bosque de neblina, la cual es reflejo de la conjugación de las condiciones atmosféricas, edafológicas y disponibilidad de agua, siendo éstos los factores que sí tienen una relación directa con la dinámica humana.

#### ***Zona micro cuenca Pisit – Parte alta***

La micro cuenca del río Pisit limita con la zona descrita anteriormente en su flanco oriental, existiendo entre éstas, varias similitudes en los patrones de conformación y paisajísticos de los mismos.

#### Componentes naturales

##### *Altiplanicie – Matorral*

Presenta condiciones similares a las descritas para la zona anterior, se encuentra sobre la Zona de Altiplanicie en la parte alta de la cuenca, con pendientes que varían de planas a moderadamente empinadas, alberga vegetación de tipo arbustivo principalmente, siendo posible el hallazgo de vegetación de pajonal disperso conformando un estrato de menor altitud.

##### *Altiplanicie – Pajonal de Jalca*

Se encuentra representada por la Zona de Altiplanicie con pendientes que varían desde fuertemente inclinada a empinada y que alberga vegetación herbácea, principalmente gramíneas.

##### *Altiplanicie – Bofedal*

Esta unidad también presenta condiciones similares a las descritas en la zona anterior, se asienta sobre la Zona de Altiplanicie en los sectores cercanos de la divisoria de cuencas, en las nacientes de las quebradas; las zonas de bofedal presentan pendientes suaves a moderadas.

*Altiplanicie – Césped de Arroyo*

Se encuentra formando parches longitudinales sobre la Zona de Altiplanicie, los cuales se hallan inmersos principalmente en vegetación de matorral. Las pendientes son principalmente moderadamente inclinadas a moderadamente empinadas y hay ocurrencia de inundaciones periódicas.

*Altiplanicie – Vegetación de Abrigo rocoso*

Se asienta sobre la unidad de Altiplanicie y se ubica en micro cuencas estrechas asociadas a las quebradas, protegidas de la acción del viento y de variaciones extremas de temperatura. Estas características hacen que este tipo de vegetación se desarrolle en condiciones micro-climáticas favorables, con respecto a las condiciones imperantes en las áreas circundantes. Ocupan áreas de gran pendiente, principalmente empinadas a muy empinadas, en suelos poco profundos.

En la zona, los cuerpos de agua están conformados por las quebradas que originan el sistema de cuencas. Las quebradas presentan cauces poco profundos, entre estas están las quebradas Garay, Pisit, Culaque, San Lorenzo, Vizcachas y Del Panteón como las más importantes. Una de las características generales importantes del sistema es la menor pendiente de los cursos en comparación con la micro cuenca El Cedro, lo cual condiciona un flujo de agua con menor potencial erosivo (degradación) y mayores probabilidades de inundación, hecho reflejado por la mayor extensión de césped de arroyo.

Actuación humana

Está representada por el campamento de exploración, vías de acceso que ingresan al centro poblado menor de Pisit y al campamento de exploración y el centro poblado menor de Pisit que se encuentra sobre la margen izquierda del río Pisit, cerca de la confluencia con la quebrada El Panteón; las actividades económicas en la zona son de tipo agrícola, con algunas áreas de cultivo en laderas con pendiente en ciertas quebradas y pecuarias con áreas destinadas a la crianza de ganado, principalmente vacuno.

Organización visual del espacio

En la zona se aprecia un dominio compartido de la vegetación de matorral y pajonal, siendo esta vegetación producto de la conjugación de factores ambientales y edafológicos además de las pendientes; se observa además que la ocurrencia de zonas de ganadería se encuentra condicionada por similares patrones, por lo que se puede asumir que las dinámicas en la zona corresponden al aprovechamiento de factores topográficos y ambientales.

### ***Zona micro cuenca Pisit – Parte media***

Esta zona está representada por la continuación del sistema de la micro cuenca del río Pisit.

#### Componentes naturales

##### *Altiplanicie - Pajonal de Jalca*

Se encuentra representada por la Zona de Altiplanicie, con pendientes que varían desde fuertemente inclinada a empinada; alberga vegetación herbácea, principalmente gramíneas.

##### *Altiplanicie - Matorral*

Esta unidad se encuentra a manera de parches dentro de una matriz de pajonal, se asienta sobre la Zona de Altiplanicie, con pendientes que varían de moderadamente inclinadas a moderadamente empinadas y alberga vegetación de tipo arbustiva principalmente; los componentes vegetales son los mismos que fueron encontrados en la parte alta.

##### *Altiplanicie - Bofedal*

Esta unidad está conformada por un parche inmerso dentro del pajonal. Se asienta sobre la Zona de Altiplanicie, en un sector cercano a la divisoria de cuencas; las zonas de bofedal presentan pendientes suaves a moderadas.

##### *Altiplanicie – Roquedal*

Asentada sobre la unidad de Altiplanicie, la vegetación está constituida por arbustos, helechos y pastos emergentes de zonas con presencia de roquedales o afloramientos rocosos.

En esta zona el cuerpo de agua más importante es el río Pisit, como colector de las diferentes quebradas de la zona alta descrita anteriormente, constituyendo un elemento de importancia a nivel regional; en conjunto el sistema conforma una gran cuenca cuyo patrón de drenaje es de tipo dendrítico y de textura media.

#### Actuación humana

En la zona, las evidencias de actuaciones humanas corresponden a zonas dedicadas a la ganadería, de un patrón similar al descrito en la parte alta, siendo importante en este sentido la influencia de los caseríos cercanos, aunque las extensiones de las zonas son menores y según se observa presentarían mayor relación con zonas de matorral.

#### Organización visual del espacio

En la zona se aprecia un mayor predominio de la vegetación de pajonal, que nos indicaría cierta homogeneidad de las condiciones ambientales y topográficas que han favorecido el

asentamiento de esta vegetación, por lo que se puede asumir que las dinámicas en la zona corresponden al aprovechamiento de estos factores.

#### **3.4.1.2 Análisis de calidad visual**

Para realizar el análisis de calidad visual del paisaje se empleó el método indirecto de valoración aplicado por el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, siglas en inglés) y la Oficina de Manejo de Tierras de los Estados Unidos (BLM, siglas en inglés). Este análisis consiste en la valoración subjetiva de la calidad visual basada en las siguientes categorías:

- **Morfología:** valora la diversidad de relieves y los contrastes existentes.
- **Vegetación:** valora la diversidad de formaciones vegetales y los contrastes existentes.
- **Agua:** valora la presencia y dominancia del agua en el entorno.
- **Color:** valora la diversidad de coloraciones y los contrastes existentes.
- **Fondo escénico:** valora la influencia de paisajes adyacentes sobre el escenario evaluado.
- **Rareza:** valora el grado de exclusividad del paisaje.
- **Actuación humana:** valora el grado de alteración del paisaje como consecuencia de las actividades humanas.

A cada uno de estos elementos se le asigna una puntuación establecida de acuerdo con los criterios presentados en la Tabla 3.117. Luego de asignar esta puntuación por elemento, se realiza la suma total y se establece la siguiente clasificación en función de los resultados:

- **Clase A:** El paisaje es de calidad Alta; áreas con rasgos singulares y sobresalientes (de 19 a 33 puntos).
- **Clase B:** El paisaje es de calidad Media; áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color, línea y textura, pero que resultan comunes en la región estudiada, y no excepcionales (de 12 a 18 puntos).
- **Clase C:** El paisaje es de calidad Baja; áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura (de 0 a 11 puntos).

Para la caracterización de la calidad visual se emplearon las zonas presentadas para la caracterización de los elementos paisajísticos, que implican la incorporación de la escala espacial y temporal. En el Cuadro 3.39 se resumen los resultados del análisis.

**Cuadro 3.39**  
**Resumen de los resultados de calidad visual**

<b>Clave</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Clase</b>	<b>Calidad del paisaje</b>
Zona micro cuenca El Cedro – Parte alta	23	A	Alta
Zona micro cuenca El Cedro – Parte media	21	A	Alta
Zona micro cuenca Pisit – Parte alta	17	B	Media
Zona micro cuenca Pisit – Parte media	16	B	Media

Los resultados del análisis muestran una importante diferencia entre los sistemas de micro cuencas, así se tiene que la zona correspondiente a la micro cuenca de la quebrada El Cedro son catalogados como de Alta Calidad Paisajística tanto en la parte alta como en la media mientras que la micro cuenca del río Pisit sólo posee una Media Calidad Paisajística tanto en la parte alta como en la media. En ese sentido, la micro cuenca El Cedro se puede presentar en conjunto como un sistema de importante calidad paisajística debido a una multiplicidad de factores, entre los que destacan la vegetación y los cuerpos de agua, pudiéndose complementar este análisis con la funcionalidad para el sistema.

#### **3.4.1.3 Evaluación de la fragilidad visual**

Se define la fragilidad visual como la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él. Expresa el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la ejecución de alguna actividad determinada. Para determinar la fragilidad de las zonas evaluadas se empleó la metodología para la evaluación de la Capacidad de Absorción Visual (CAV).

El resultado obtenido no expresa directamente la fragilidad visual, sino el término opuesto, la capacidad de absorción visual. Su valoración se realiza a través de factores biofísicos similares a los considerados para determinar la calidad de las zonas. Estos factores se integran en la siguiente fórmula:

$$CAV = S * (E+R+D+C+V+FA)$$

Donde:

CAV= Capacidad de absorción visual

S= Pendiente

E= Erosionabilidad

R= Capacidad de regeneración de la vegetación

D= Diversidad de la vegetación

C= Contraste de color suelo-roca

V= Contraste suelo-vegetación

FA= Factor de antropización

Los valores de CAV asignados a los distintos parámetros se muestran en la Tabla 3.118. Luego de la asignación de valores a las zonas evaluadas, se procede a su clasificación de acuerdo con el valor calculado de la suma de los distintos parámetros. La clasificación resultante es la siguiente:

- Clase I: El paisaje es *muy frágil*, áreas de elevada pendiente y de difícil regeneración (CAV de 5 a 15).
- Clase II: El paisaje es de *fragilidad media*, áreas con capacidad de regeneración potencial media (CAV de 16 a 29).
- Clase III: El paisaje es *poco frágil*, áreas con perfiles con gran capacidad de regeneración (CAV de 30 a 45).

En el Cuadro 3.40 se resumen los resultados del análisis.

**Cuadro 3.40**  
**Resumen de los resultados de capacidad de absorción visual**

Clave	Capacidad de absorción visual (CAV)	Interpretación
Zona micro cuenca El Cedro – Parte alta	16	Fragilidad media
Zona micro cuenca El Cedro – Parte media	9	Muy frágil
Zona micro cuenca Pisit – Parte alta	33	Poco frágil
Zona micro cuenca Pisit – Parte media	33	Poco frágil

Estos resultados muestran una alta complejidad en el sistema conformado por la micro cuenca El Cedro, debido a la diversificación en el relieve y la vegetación como factores fundamentales en la valoración; mientras que la micro cuenca del río Pisit puede ser considerada como un sistema poco frágil.

Complementando estos resultados con los de Calidad Visual, el desarrollo de actividades e intervención en el sistema conformado por la micro cuenca El Cedro tomará en cuenta un apropiado manejo principalmente preventivo con la finalidad de no alterar significativamente el entorno visual.



### **3.4.2 Arqueología**

Con el objeto de caracterizar el medio arqueológico existente en el área del proyecto, se realizaron estudios de línea base arqueológica en agosto del 2001 y en octubre del 2004. Ambos estudios se han incluido en el Anexo O del presente EIA.

#### ***Hallazgos de los estudios arqueológicos***

##### Evaluación arqueológica de agosto 2001

Durante la inspección arqueológica llevada a cabo en agosto del 2001 a un sector del área del proyecto, se concluyó que no existían sitios arqueológicos. Sin embargo, fuera de los límites de ésta, se registró el sitio arqueológico denominado San Pedro. Este sitio se ubica al norte, en el extremo superior del bosque húmedo localizado en la quebrada El Cedro (Figura 3.33).

El sitio está conformado por plazas de forma rectangular y semicircular, delimitadas por muros construidos unos con piedra mediana semicantada con argamasa de barro y otros con piedras pequeñas sin cantar. También se observaron algunos recintos aglutinados más pequeños. Otra característica es la presencia de largos muros aparentemente perimétricos de hasta 1,2 m de ancho. Los muros no son rectos sino más bien curvilíneos, probablemente siguiendo los contornos naturales del terreno. El sitio parecería estar compuesto por diferentes sectores de tamaño y composición variados, localizados en las áreas relativamente secas ubicadas en diferentes terrazas naturales existentes en el área.

Aunque las evidencias están dispersas en una extensa área, se observó que destacan dos sectores principales. Un sector, denominado Sector I, presenta amplias estructuras separadas unas de otras que comparten muy poco los muros laterales. En el centro de alguna de ellas se ha levantado unos montículos de hasta 1,1 m de altura, constituidos por muros de piedra semicantada y rellenos con piedras medianas sueltas. También hay algunas estructuras dispersas en las laderas laterales. El estado de conservación es bueno, aunque el ichu ha penetrado en las paredes originando el colapso de algunos de los muros.

Otro sector, denominado Sector II, presenta varios recintos aglutinados, más pequeños que los existentes en el Sector I. Probablemente corresponda a la ocupación doméstica del sitio. Los muros fueron construidos utilizando piedra semicantada mediana y mortero de barro. Los recintos comparten muros laterales y tienen una dimensión aproximada de 5 x 4 m. El estado de conservación también es bueno, aunque el ichu ha penetrado en las paredes originando el colapso de algunos de los muros.

En octubre del 2001, se realizaron los trámites para la obtención del Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA) correspondiente a la zona evaluada. El 10 de junio de 2002, el Instituto Nacional de Cultura (INC) emitió el CIRA para la zona evaluada. Copia del mismo se presenta en el Anexo A.

#### Evaluación arqueológica de octubre del 2004

De manera complementaria a la evaluación arqueológica llevada a cabo en agosto del 2001, se realizó en el sector restante del área del proyecto una segunda evaluación arqueológica en octubre del 2004, denominada La Zanja – Ampliación Este. El reconocimiento arqueológico con excavaciones se llevó a cabo en los periodos comprendidos entre los días 20 al 25 de agosto y 3 al 8 de octubre. El área fue recorrida a pie, dando prioridad a los promontorios, cima de los cerros y abrigos rocosos.

Durante los trabajos de evaluación, se llevó a cabo el recorrido del área de estudio y se realizaron excavaciones exploratorias en aquellas áreas que por sus características y ubicación podrían presentar evidencias arqueológicas, a pesar de no ser observadas en superficie. De la misma manera, se realizó el levantamiento de las poligonales perimétricas de los sitios arqueológicos Cocán I y II.

Este reconocimiento se desarrolló en cumplimiento con la Disposición Transitoria del D.S. No. 038-98-EM, que aprueba el Reglamento Ambiental para las actividades de exploración minera. Los trabajos de reconocimiento en el área antes mencionada tuvieron los siguientes objetivos:

- Definir de la existencia o inexistencia de restos arqueológicos en el área de operación minera, con el fin de evitar su alteración durante los trabajos de explotación minera.
- Delimitar y señalar aquellas áreas que contuvieran vestigios arqueológicos.
- Presentar propuestas de tratamiento para aquellas áreas que contuviesen vestigios arqueológicos.
- Definir el impacto directo o indirecto de las actividades mineras sobre los yacimientos arqueológicos que se registrasen
- Proponer un plan de monitoreo durante la ejecución de las obras y planes de contingencia ante el hallazgo de evidencia arqueológica.

La prospección arqueológica de La Zanja – Ampliación Este comprendió 51 unidades de evaluación (excavación) de 1 m de largo por 1 m de ancho y profundidad variable. Para éstas unidades se registró la siguiente información:

- Coordenadas UTM.
- Altitud.
- Si se encontró o no materiales culturales.
- Se definió el perfil a partir del cual se describió la estratigrafía.
- Se hizo una descripción de lo que se halló en la superficie (vegetación, existencia o inexistencia de materiales culturales).
- Se midió el grosor de la capa superficial.
- Se describió las capas A y B del suelo en cuanto a su color, textura, humedad, espesor, presencia o no de material orgánico y de materiales culturales.

La Tabla 3.119 contiene información sobre la ubicación de las unidades de la evaluación arqueológica realizada en el año 2004. En general, se puede distinguir dos zonas bien diferenciadas:

- La pampa, la cual presenta la mayor parte de su territorio inundado, por presentar pantanos originados por el escurrimiento superficial de agua. En las unidades excavadas en esta zona la superficie está cubierta de pasto natural, posteriormente se observa la capa A, conformada por tierra orgánica y la capa B, una capa geológica de arcilla, de color rojo y en algunos casos gris.
- Los cerros y laderas, la secuencia estratigráfica es similar, a diferencia de que la capa B está conformada por la roca madre, de color blanquecino, con algunas tonalidades anaranjadas, debido al proceso de oxidación de sus componentes ferruginosos férricos.

Las excavaciones permitieron identificar 1 sitio arqueológico y tres evidencias aisladas:

#### *Cocan I*

Se trata de un sitio localizado en la cima del cerro San Pedro Norte (también conocido como Cocán). Está conformado por estructuras de planta circular, de las cuales solo se mantiene parte de la base. Las estructuras fueron construidas con piedra sin cantera, sin mortero, en mampostería ordinaria. El sitio se encuentra en pésimo estado de conservación y ha sido afectado por labores mineras antiguas, probablemente coloniales o posteriores. Los puntos de delimitación de este sitio arqueológico se muestran en el Cuadro 3.41.

**Cuadro 3.41**  
**Puntos de delimitación de Cocán I**

<b>Vértice</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>	<b>Lindero</b>	<b>Distancia (m)</b>
A	733 756,00	9 246 179,00	A-B	74,79
B	733 793,00	9 246 244,00	B-C	39,05
C	733 754,00	9 246 242,00	C-D	141,51
D	733 829,00	9 246 362,00	D-E	71,59
E	733 814,00	9 246 432,00	E-F	108,25
F	733 735,00	9 246 506,00	F-G	54,92
G	733 681,00	9 246 516,00	G-H	63,64
H	733 618,00	9 246 507,00	H-I	86,09
I	733 622,00	9 246 421,00	I-J	53,46
J	733 615,00	9 246 368,00	J-K	69,08
K	733 589,00	9 246 304,00	K-L	104,12
L	733 584,00	9 246 200,00	L-M	50,99
M	733 618,00	9 246 162,00	M-A	138,92
<b>Área: 62 894,04 m<sup>2</sup> Perímetro: 1 054,49 m</b>				

*Cocán II*

Corresponde en realidad a una posible evidencia aislada, comprendida por lo que parecerían las bases de una estructura. Cabe resaltar que las todas las evidencias arqueológicas conocidas en esta zona, presentan evidencias arquitectónicas superficiales. En este caso, el posible muro se encuentra debajo del nivel superficial, completamente colapsado e integraría un espacio adosándose a las rocas naturales adyacentes. No presenta otro tipo de materiales culturales. Los puntos de delimitación de esta evidencia aislada se muestran en el Cuadro 3.42.

**Cuadro 3.42**  
**Puntos de delimitación de Cocán II**

<b>Vértice</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>	<b>Lindero</b>	<b>Distancia (m)</b>
A	733 545,00	9 245 990,00	A-B	64,80
B	733 609,00	9 245 980,00	B-C	46,56
C	733 644,00	9 246 011,00	C-D	49,21
D	733 613,00	9 246 049,00	D-E	38,30
E	733 579,00	9 246 031,00	E-A	53,38
<b>Área: 3 774,17m<sup>2</sup> Perímetro: 252,92 m</b>				

*Paraviento 1*

Corresponde a una pequeña estructura aislada localizada casi en el límite de la bajada al bosque, sobre un promontorio rocoso. Tiene aproximadamente 1m de diámetro. Sólo se conservan las bases. Su filiación cultural es indefinida y podría ser moderna. Los puntos de delimitación de esta evidencia aislada se muestran en el Cuadro 3.43.

**Cuadro 3.43**  
**Puntos de delimitación de Paraviento 1**

<b>Vértice</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>	<b>Lindero</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>Ángulos</b>
A	733 243,00	9 245 559,00	A-B	8,06	87°41'07"
B	733 251,00	9 245 560,00	B-C	8,00	85°13'15"
C	733 251,00	9 245 552,00	C-D	8,06	102°02'37"
D	733 243,00	9 245 551,00	D-E	8,00	85°03'05"
<b>Área: 62,7448 m<sup>2</sup> Perímetro: 31,8085 m</b>					

*Paraviento 2*

Se trata de 2 pequeñas estructuras, de las cuales se conservan sólo las bases. Son de planta circular y no tiene más de 1m de diámetro. Su filiación cultural es indefinida y podría ser moderna. Los puntos de delimitación de esta evidencia aislada se muestran en el Cuadro 3.44.

**Cuadro 3.44**  
**Puntos de delimitación de Paraviento 2**

<b>Vértice</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>	<b>Lindero</b>	<b>Distancia (m)</b>
A	733 143,00	9 245 291,00	A-B	19,10
B	733 129,00	9 245 304,00	B-C	32,45
C	733 156,00	9 245 322,00	C-D	29,07
D	733 169,00	9 245 296,00	D-E	26,48
<b>Área: 675,14 m<sup>2</sup> Perímetro: 107,64 m</b>				

Finalmente el 31 de octubre de 2006, el INC emitió el CIRA para esta segunda zona evaluada. Copia del mismo se presenta en el Anexo A y en la Figura 3.33 se muestra el área delimitada para los CIRA mencionados así como el sitio arqueológico San Pedro.

Ambas evaluaciones arqueológicas se incluyen en el Anexo O.

## **4.0 Descripción del Proyecto**

---

Los trabajos de exploración realizados en el área del proyecto, han permitido determinar la factibilidad de desarrollar dos yacimientos de mineral oxidado San Pedro Sur y Pampa Verde, los recursos minables de estos dos depósitos son:

Toneladas de mineral total	17 414 000 TM
San Pedro Sur	9 364 000 TM
Pampa Verde	8 050 000 TM
Ley promedio de oro	0,88 g/TM
Ley promedio de plata	6,6 g/TM
Total de onzas de oro	492 688 onzas
Recuperación del oro	66%
Total de onzas producidas	325 174 onzas
Relación de desbroce (desmante: mineral)	0,67 (San Pedro sur) 0,93 (Pampa Verde)

Además se cuenta con un recurso de 10 066 254 TM con una ley de 0,56 g/TM, que representa 183 160 onzas de oro.

El mineral a extraerse de los tajos será trasladado a una plataforma de lixiviación. La solución rica será procesada en una planta de adsorción, desorción y regeneración de carbón (ADR). El precipitado electrolítico será fundido para la obtención del doré (plata y oro). Este proceso permitirá el aprovechamiento de mineral cubicado con un ritmo de producción promedio de 15 000 TMSD obteniendo como producto final anual aproximadamente 100 000 onzas de oro y 200 000 onzas de plata.

La inversión estimada será del orden de US \$ 30 millones hasta el inicio de las operaciones y de US \$ 20 millones adicionales durante la misma, totalizando de esta manera una inversión de US \$ 50 millones. La vida del proyecto se estima en cuatro años; sin embargo, las labores de exploración continuarán con el objeto de reconocer posibilidades de mineralización en áreas circundantes, a fin de prolongar el tiempo de vida del proyecto y favorecer el desarrollo de la zona. El área del proyecto comprende 892,60 ha y en ella se encuentran ubicadas las instalaciones, con excepción de las canteras y su ruta de acarreo que comprenden 129,43 ha adicionales. La Tabla 4.1 presenta el resumen del plan general de minado del proyecto. A continuación se describen las etapas de construcción y operación del proyecto. La descripción de las etapas de Cierre y Post-Cierre se incluye en el Capítulo 9.0, correspondiente al Plan de Cierre Conceptual.

#### **4.1 Descripción de la etapa de construcción**

La etapa de construcción involucra las actividades de preparación de áreas e instalación de la infraestructura necesaria para el inicio de las operaciones. En esta etapa se realizará la mayor parte del movimiento de tierras requerido y tendrá una duración aproximada de 14 meses. Las actividades de construcción incluyen la preparación de los tajos, la preparación de las áreas e instalaciones destinadas a la disposición del desmonte de mina (depósitos de desmonte de mina), la construcción de la plataforma de lixiviación, la preparación del área y la instalación que será utilizada para disponer el desmonte de construcción (depósito de desmonte de construcción), la preparación de las áreas destinadas a la acumulación de suelo orgánico (top soil), la construcción y equipamiento de la planta de procesamiento, de los campamentos y talleres de mantenimiento de equipos, las oficinas administrativas y demás instalaciones auxiliares.

El requerimiento de mano de obra será variable durante la etapa de construcción y se estima que en el período de mayor necesidad de mano de obra, serán requeridas aproximadamente de 600 a 800 personas.

##### **4.1.1 Actividades de la construcción**

En esta etapa del proyecto, las principales actividades que se desarrollarán corresponderán a:

- Preparación de los tajos
- Preparación de las instalaciones para el desmonte de mina
- Preparación y construcción de la plataforma de lixiviación
- Preparación de las áreas de acumulación de suelo orgánico
- Preparación de la instalación para el desmonte de construcción
- Construcción de accesos, canales de derivación, alcantarillas y cunetas
- Construcción de la planta de procesamiento
- Construcción de las instalaciones auxiliares
- Construcción de otras instalaciones

A continuación se describen las actividades que se llevarán a cabo durante la etapa de construcción del proyecto. La Figura 4.1 muestra el plano con el arreglo de dichas instalaciones.

#### **4.1.1.1 Preparación de los tajos**

La preparación de los tajos se puede dividir en dos etapas: limpieza de suelo orgánico (top soil) y pre-minado o desbroce. La limpieza del suelo orgánico (material de reducido espesor y mezclado con rocas) se realizará sobre el área de los tajos y la remoción será utilizando tractores, cargadores/excavadoras y camiones. Se ha estimado que se extraerán aproximadamente 70 000 m<sup>3</sup> de material en San Pedro Sur. El material orgánico se almacenará en un área localizada al oeste del depósito de desmonte San Pedro Sur. Estos trabajos se realizarán desde el inicio del primer año de construcción del proyecto. Para el caso de Pampa Verde se estima extraer 75 000 m<sup>3</sup> de material orgánico y esto se estima realizar a partir del segundo año de iniciadas las operaciones del proyecto.

El pre-minado o desbroce es parte de la actividad de minado en sí y se realiza con la finalidad de llegar al área mineralizada. En el caso de San Pedro Sur se extraerán 596 kTM de desmonte que irán al depósito de desmonte de San Pedro Sur y en el caso de Pampa Verde se extraerán 1 168 kTM de desmonte que irán al depósito de desmonte de Pampa Verde.

#### ***Análisis de la estabilidad y diseño de taludes***

Con la finalidad de establecer la configuración del tajo y tener los primeros estimados de los ángulos de los taludes de los futuros tajos, CMBSAA encargó a BISA la ejecución del “Estudio de Estabilidad de Taludes de los Tajos San Pedro Sur y Pampa Verde”. Este estudio de estabilidad de taludes detallado efectuado por BISA, se presenta en el Anexo P a continuación se presenta un resumen del mismo y se incluyen sus recomendaciones sobre los ángulos de taludes para los citados futuros tajos.

El Artículo 199 del Reglamento de Seguridad Minera, dispone que la pendiente general de los tajos sea establecida bajo condiciones pseudoestáticas asumiendo la máxima aceleración sísmica para un periodo de retorno de 100 años.

Según el Mapa de Aceleraciones Máximas para un periodo de retorno de 100 años, elaborado por Casaverde y Vargas (1980), para el área del Proyecto La Zanja, la aceleración máxima esperada, será de 0,26 g. A partir de este valor de aceleración sísmica, el coeficiente sísmico recomendado para ser utilizado en el método pseudoestático de diseño de taludes es  $\alpha = 0,13$ .

En el Anexo P se incluye la información detallada con respecto al registro de datos, distribución de discontinuidades, ensayos de campo y laboratorio, clasificación geomecánica de la masa rocosa, dominio estructural de los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde y resistencia de la masa rocosa.



**Identificación de los mecanismos probables de falla**

Previamente al análisis final de los taludes, se establecen mediante análisis cinemáticos las diferentes posibilidades de movimiento de la masa rocosa, según el arreglo de las discontinuidades estructurales con respecto a la geometría de los taludes. De esta manera, se identifican los mecanismos de falla.

Para la identificación de los mecanismos de falla, se efectuó una evaluación de los problemas de inestabilidad potencial de los taludes, efectuando análisis cinemáticos con utilización de técnicas estereográficas y aplicando el Test de Markland (1976). Un resumen de los resultados de los análisis cinemáticos, son presentados en las Cuadros 4.1 y 4.2.

**Cuadro 4.1**  
**Resultados del análisis cinemático – Tajo San Pedro Sur**

<b>Dominio estructural</b>	<b>Talud de banco</b>	<b>Talud interrampas</b>	<b>Mecanismo de falla</b>
DE-I	65°*	50°	-
DE-II	65°*	50°	Planear si los bancos tuvieran más de 72°
DE-III	65°*	45°	Cuña en bancos. Sistema Principal y uno secundario. BPF
DE-IV	65°*	45°	-
DE-V	65°*	45°	-

Notas: (\*) No habría inconveniente para hacer crecer este ángulo hasta 70°.  
BPF = Baja probabilidad de falla

**Cuadro 4.2**  
**Resultados del análisis cinemático – Tajo Pampa Verde**

<b>Dominio estructural</b>	<b>Talud de banco</b>	<b>Talud interrampas</b>	<b>Mecanismo de falla</b>
DE-I	65°*	50°	-
DE-II	65°*	45°	Cuña de sistema principal con secundario. BPF Cuñas y planar con sistema secundario. BPF
DE-III	65°*	45°	Cuña de sistemas principales. BPF Planar con sistema secundario. BPF
DE-IV	65°*	45°	-

Notas: (\*) No habría inconveniente para hacer crecer este ángulo hasta 70°.  
BPF = Baja probabilidad de falla  
MPF = Moderada Probabilidad de Falla

En general, los problemas de inestabilidad estructuralmente controlados en los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde serán mínimos, debido a que el arreglo estructural de la masa rocosa se presenta favorable frente a la geometría que han adoptado ambos tajos. Con los ángulos de taludes de bancos e interrampas establecidos en los Cuadros 4.1 y 4.2, estos presentarán adecuadas condiciones de estabilidad.

### ***Método de cálculo de estabilidad***

Para el análisis de la estabilidad de los taludes en general, BISA adoptó el uso del programa de cómputo XSTABL Versión 5.2, preparado por Sunil Sharma y compilado con Microsoft Fortran 5.1, para ser ejecutado en una computadora personal. Este es un programa de análisis de estabilidad de taludes completamente integrado, permite desarrollar la geometría del talud interactivamente y realiza el análisis de taludes con una versión modificada del programa STABL, desarrollado originalmente en la Universidad de Purdue.

El análisis para calcular el factor de seguridad se lleva a cabo bi-dimENSIONalmente, usando el concepto de equilibrio límite y empleando ya sea los métodos de Bishop o Janbu modificados o Spencer. El programa puede ser usado para buscar la superficie potencial de falla más crítica o el factor de seguridad puede ser determinado para una superficie específica de falla.

En principio, los análisis fueron orientados a verificar la estabilidad de los taludes interrampas, luego a verificar la estabilidad de los taludes finales. En todos los casos, el factor de seguridad pseudoestático considerado como mínimo fue de 1.1, lo cual equivale a un factor de seguridad estático mínimo de aproximadamente 1,4, que es el factor de seguridad utilizado usualmente en el diseño de taludes finales de minas a tajo abierto.

Los resultados de los factores de seguridad obtenidos de los análisis de estabilidad se muestran en las Cuadros 4.3 y 4.4, para los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde respectivamente.

**Cuadro 4.3**  
**Factores de seguridad de taludes finales - Tajo San Pedro Sur**

Sección	Factor de Seguridad	
	Estático	Seudoestático
Sección 1-1'	2,992	2,134
Sección 2-2'	2,264	1,725
Sección 3-3'	2,103	1,599

**Cuadro 4.4**  
**Factores de seguridad de taludes finales - Tajo Pampa Verde**

Sección	Factor de Seguridad	
	Estático	Seudoestático
Sección 1-1'	1,705	1,355
Sección 2-2'	1,491	1,206
Sección 3-3'	1,434	1,184
Sección 4-4'	1,825	1,507

***Diseño de taludes***

Los resultados de los diferentes análisis de estabilidad efectuados, demuestran que con los ángulos de taludes de bancos e interrampas presentados en los Cuadros 4.1 y 4.2 y con los ángulos de taludes finales presentados en las Cuadros 4.5 y 4.6 las condiciones de estabilidad de estos taludes serán satisfactorias.

**Cuadro 4.5**  
**Taludes finales de banco y de interrampas - Tajo San Pedro Sur**

Dominio estructural	Talud de banco	Talud interrampas
DE-I	65°	50°
DE-II	65°	50°
DE-III	65°	45°
DE-IV	65°	45°
DE-V	65°	45°

**Cuadro 4.6**  
**Taludes finales de banco y de interrampas - Tajo Pampa Verde**

Dominio estructural	Talud de banco	Talud interrampas
DE-I	65°	50°
DE-II	65°	45°
DE-III	65°	45°
DE-IV	65°	45°

***4.1.1.2 Preparación de los depósitos de desmonte de mina***

El depósito San Pedro Sur almacenará desmonte de mina o material estéril proveniente de las operaciones de este tajo. El diseño de pre-factibilidad del depósito (Anexo Q) ha sido desarrollado para tener una capacidad de almacenamiento aproximada de 6,1 millones de toneladas, y abarcará una extensión de 15,5 ha. La Figura 4.2 muestra su configuración final.

Antes de iniciarse la descarga del desmonte de mina, se hará el desbroce y remoción del suelo orgánico dentro del área destinada para acumular el desmonte. La remoción del suelo orgánico se hará en forma progresiva, conforme se vaya ganando altura con la descarga del desmonte. El suelo orgánico removido será dispuesto en el área de acumulación de suelo orgánico ubicada al oeste, colindante con el depósito de desmonte de mina.

Una de las consideraciones más importantes para el diseño de este depósito, es la determinación del potencial de generación de DAR. De acuerdo con los resultados de ensayos preliminares, el desmonte de mina podría generar DAR.

Como parte de los trabajos realizados en el estudio de factibilidad del Proyecto La Zanja (Knight Piésold, 2003a), se realizó una investigación preliminar de campo que consistió en el uso de un equipo de penetración de radar, totalizando 11 km de prospecciones en diferentes áreas del proyecto, de los cuales 2 km se realizaron en el área del depósito de desmonte de San Pedro Sur. Para confirmar la información de las prospecciones con radar, se realizaron 18 ensayos de cono dinámico.

Posteriormente, entre el 18 de diciembre del 2003 y el 29 de enero del 2004, se realizó la investigación geotécnica de campo del Proyecto La Zanja (Knight Piésold, 2004a), que consistió en la realización de perforaciones, excavación de calicatas, auscultación dinámica con equipo de penetración dinámica ligera (DPL) y ensayos de campo y laboratorio de mecánica de suelos. En el depósito de desmonte de mina de San Pedro Sur se realizaron 3 perforaciones (50 m en total), 8 calicatas y 24 ensayos DPL. Entre los ensayos de campo y laboratorio, en el área del depósito de desmonte de mina de San Pedro Sur se realizaron 12 ensayos de permeabilidad de campo, 9 ensayos de penetración estándar (SPT), 5 ensayos de propiedades índice (análisis granulométrico por tamizado y límites de Atterberg), 2 ensayos de contenido de humedad y densidad natural, 3 ensayos de gravedad específica, 2 ensayos triaxiales y 1 de corte directo.

La información obtenida del estudio geotécnico de campo es suficiente para caracterizar la geotecnia en el área del depósito de desmonte de mina de San Pedro Sur, la cual será utilizada en la etapa de diseño de detalle, incluyendo el análisis de estabilidad en condiciones estática y pseudo-estática.

En el área seleccionada para el depósito de desmonte de mina de San Pedro Sur, el 94% de la superficie de terreno existente presenta una inclinación menor a 20%, el 5% presenta una inclinación entre 20 y 50% y sólo el 1% presenta una inclinación mayor al 50%; como puede

observarse, las pendientes moderadas favorecen la eficiente utilización del área seleccionada, maximizando la capacidad de almacenamiento.

Otra ventaja del área seleccionada para el depósito de desmonte de mina de San Pedro Sur es su distancia al tajío San Pedro Sur, pues los centroides de ambos están separados menos de 1 km de distancia, aunque se estima que ésta deba incrementarse debido a los desarrollos del camino para transportar el material de desmonte.

En referencia al potencial de generación de DAR, durante los trabajos de investigación geotécnica fueron tomadas doce muestras de suelos para la realización de pruebas estáticas. Las muestras corresponden a los sitios propuestos para la plataforma de lixiviación, pozas, depósito de desmonte de mina y depósito de desmonte de construcción. Los resultados de las pruebas estáticas determinaron que cinco muestras son potencialmente generadoras de ácido.

Teniendo en cuenta los mecanismos de control de generación de DAR, se ha previsto encapsular el material que presenta potencial de generar acidez y captar el agua que percola a través del desmonte de mina mediante la colocación de una capa de 300 mm de arcilla compactada y un sistema de drenaje que facilite la colección del agua hacia fuera del depósito y hacia una poza de sedimentación primero y luego hacia una planta de tratamiento. El sistema de drenaje incluye tuberías perforadas corrugadas de polietileno (CPT) cubiertas con grava para facilitar el drenaje y brindar protección a las tuberías. Debajo de la capa de arcilla se ha previsto la construcción de un sistema de sub-drenaje, similar al de la plataforma de lixiviación, el cual derivará el agua sub-superficial fuera de los límites del depósito hacia sumideros de monitoreo y tratamiento, antes de ser evacuados hacia los cauces naturales.

Los subdrenes del depósito de desmonte de mina San Pedro Sur serán del tipo francés con la inclusión de tuberías de polietileno corrugadas y perforadas. Todas las tuberías reportarán a un sumidero ubicado aguas abajo del depósito de desmonte de mina, donde se realizarán los muestreos y tratamiento, en el caso que éste sea requerido. Con la finalidad de reducir las pérdidas por infiltración del agua sub-superficial, durante la etapa de diseño se revestirá la superficie que recibirá el desmonte de mina con una capa de arcilla compactada.

El depósito de desmonte de mina Pampa Verde tendrá una capacidad de 7,6 MTM y una configuración que minimizará las infiltraciones evitando la generación de aguas ácidas. La configuración del depósito de desmonte de mina Pampa Verde y las estructuras asociadas son presentadas en la Figura 4.3. El diseño de pre-factibilidad del depósito (Anexo R) ha sido

desarrollado para tener una capacidad de 7,6 MTM para las operaciones del tajo Pampa Verde, en un área que ocupa 17,5 ha.

Debido al reducido espacio del que se dispone y a la cuenca natural que forma el tramo superior de la quebrada La Cárcel, la configuración que se propone incluye la construcción de un dique de contención, el cual será construido mediante relleno estructural, aprovechando las formaciones de roca identificadas a ambos lados de la quebrada La Cárcel, en el límite de aguas abajo. De esta forma se conseguirá una cuenca cerrada para el almacenamiento del desmorte y para proveer una adecuada estabilidad en condiciones estática y pseudo-estática (sismo).

La configuración del depósito de desmorte de mina propuesto tiene el propósito principal de contener el desmorte de manera estable desde un punto de vista físico y químico. El diseño del depósito de desmorte de mina incluye los siguientes elementos:

- Dique de contención
- Sistema de sub-drenes
- 150 mm de subrasante preparada, que consiste en acondicionar y compactar las áreas donde se colocará material de revestimiento de suelo
- 300 mm de revestimiento de suelo compactado (arcilla u otro material de baja permeabilidad)
- Una capa de óxidos compactada (sin potencial de generar acidez) de 1 m de espesor para encapsular el desmorte de mina con potencial de generar acidez (PGA)
- Sistema de colección de infiltración
- Desmorte de mina del tajo
- Una capa de óxidos compactada (sin potencial de generar acidez) de 300 mm de espesor para encapsular el desmorte de mina
- 300 mm de revestimiento de suelo
- 300 mm de un material de filtro
- 300 mm de suelo orgánico
- Capa de agregado de drenaje en el pie de talud del dique de contención
- Vertedero de rebose

El análisis de estabilidad preliminar realizado, indica que el depósito de desmorte de mina de Pampa Verde sería estable en condición estática, pero la superficie de falla compromete la mayor parte de la pila de desmorte. Para la condición pseudo-estática (sismo), se ha determinado que se producirían deformaciones permanentes aceptables que no representarían

una falla importante de la estructura. La estabilidad del depósito de desmonte de mina en su conjunto, debe evaluarse con mayor detalle después de realizar la investigación geotécnica y haber establecido con mayor precisión las características de los materiales, mediante ensayos de materiales.

#### **4.1.1.3 Preparación y construcción de la plataforma de lixiviación**

##### **Geotecnia**

Para caracterizar la geotecnia de la plataforma de lixiviación de San Pedro Sur, durante la investigación geotécnica de campo se realizaron 4 perforaciones (56 m en total), 38 calicatas, 36 ensayos de DPL y 6 ensayos SPT; los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos consistieron de 4 ensayos de propiedades índice (análisis granulométrico por tamizado y límites de Atterberg), 7 ensayos de contenido de humedad natural, 2 ensayos de densidad natural, 2 ensayos Proctor estándar y 2 ensayos de permeabilidad. Los análisis de estabilidad de la plataforma de lixiviación se detallan en el ítem 4.9 del Estudio de Factibilidad de San Pedro Sur (Anexo Q).

##### **Diseño**

La plataforma de lixiviación ha sido diseñada para maximizar el almacenamiento del mineral utilizando el área disponible. En los criterios de diseño se ha priorizado la optimización de la lixiviación del mineral y su transporte hacia las pozas de solución mediante un sistema de contención seguro y adecuado desde el punto de vista técnico y ambiental.

La configuración de la plataforma de lixiviación se presenta en la Figura 4.2. La capacidad de diseño de la primera etapa de la plataforma de lixiviación es de 9 MTM de mineral en un área de 236 800 m<sup>2</sup>, para las operaciones del tajo San Pedro Sur. Los límites para la segunda etapa para el mineral de Pampa Verde también se muestran en la misma Figura 4.2.

La configuración de la plataforma se ha planteado con el fin de respetar los requerimientos de contención y colección de solución y teniendo en cuenta variables de diseño tales como estabilidad, hidrología y condiciones de operación de la estructura. El estudio de factibilidad de la plataforma de lixiviación incluye los siguientes elementos (Gráfico 4.1):

- Sistema de sub-drenes
- 150 mm de preparación de subrasante
- 300 mm de revestimiento secundario (arcilla u otro material de baja permeabilidad)

- Geomembrana VFPE/LLDPE de 60-mil (1,5 mm) de espesor, en aquellas áreas a ser cubiertas por el mineral (geomembrana HDPE de 60 mil en las áreas permanentemente expuestas)
- 300 mm de capa de protección
- Sistema de colección de solución
- 350 mm de grava de drenaje y protección de la tubería de solución
- Mineral del tajo

### ***Construcción de la plataforma de lixiviación***

Se ha estimado que para la construcción de la plataforma de lixiviación se requerirá eliminar la capa superficial de suelos, que puede variar entre 1 y 4 m de profundidad, compuesta de material orgánico y arcillas blandas. Estos materiales serán acumulados en las áreas de suelo orgánico y de desmonte de construcción, respectivamente. Los 4 m a los cuales se hace mención, consisten en la capa superficial de suelo orgánico y materiales inadecuados para terreno de fundación. Tal aproximación, considerada suficiente para los fines del estudio de factibilidad del Proyecto La Zanja, estuvo basada en los resultados de la prospección hecha con radar en marzo del 2003 (3,8 km en el área de la plataforma de lixiviación). Posteriormente, entre el 18 de diciembre del 2003 y el 29 de enero del 2004, se realizó la investigación geotécnica de campo del Proyecto La Zanja (Knight Piésold, 2004a), que ha permitido confirmar y definir con mayor precisión las profundidades del terreno de fundación.

La construcción de la plataforma de lixiviación se inicia con la definición de los límites de desbroce y posterior remoción de los suelos orgánicos mediante tractores de orugas con topadora. A continuación, se procederá a la excavación de los suelos no aptos para fundación, generalmente arcillas saturadas, con el uso de excavadoras. Estos materiales serán transportados hasta las áreas de acumulación respectivas en volquetes apropiados, donde se dispondrán de manera segura.

Paralelamente a la excavación de materiales, se realizará la excavación e instalación de subdrenes. Las actividades de movimiento masivo de tierras mediante corte y relleno, se realizarán hasta las elevaciones indicadas en los planos de construcción y en concordancia con las especificaciones técnicas del proyecto.

Las actividades de corte y relleno finalizan acondicionando los 150 mm superficiales de fundación, mediante escarificación y humedecimiento hasta alcanzar la humedad óptima de los materiales, antes de ser compactados con rodillo liso vibratorio, procediéndose a la



descarga y conformación del material para revestimiento de suelo, el cual consistirá de arcilla compactada de baja permeabilidad.

La arcilla para el revestimiento del suelo es acondicionada a su humedad óptima. Esta es determinada mediante el ensayo Proctor Estándar, esparcida y conformada con motoniveladora, antes de ser compactada con rodillo liso o pata de cabra vibratoria, hasta alcanzar el grado de compactación requerido en las especificaciones técnicas del proyecto.

Seguidamente se procede a la instalación de la geomembrana. Por encima de la geomembrana, se colocará una capa de arena limosa compactada para proteger la geomembrana (capa de protección). Como esta capa también forma parte del revestimiento de la plataforma, es tratada con más detalle más adelante.

El sistema de colección de solución es instalado encima de la capa de protección y consiste de tuberías perforadas y sólidas. Sobre éstas se colocará una capa de material de drenaje. Para proteger el sistema de colección de solución de la caída de rocas, se colocará una capa de grava para drenaje (capa de drenaje), sobre las tuberías de colección de solución.

Las diferentes etapas de construcción de la plataforma de lixiviación serán inspeccionadas y aprobadas por escrito antes de pasar de una etapa a otra, verificándose que la obra se construya en conformidad con los planos de diseño y especificaciones técnicas del proyecto.

### ***Sistema de sub-drenes***

La plataforma de lixiviación incluirá un sistema de sub-drenes para captar el agua sub-superficial que se encuentre en la fundación de la estructura. Estas tuberías serán colocadas en las partes más bajas y en zonas con manantiales de agua que afloran a la superficie. Los sub-drenes consisten en tuberías CPT, instaladas en zanjas rellenas con grava de drenaje y encapsuladas con geotextil. Estas tuberías laterales serán conectadas a un colector principal el cual derivará el agua hasta fuera de los límites de la plataforma hacia un sumidero donde se determinará la calidad del agua, para luego retornarla a la plataforma de lixiviación o pozas.

Las zanjas para instalar los sub-drenes se excavarán después de haber removido los suelos inadecuados para fundación, mediante una retroexcavadora con ancho suficiente. Luego se coloca el geotextil en el piso y taludes, dejando una longitud suficiente de geotextil para cerrar el sub-dren con un traslape apropiado. En el piso del sub-dren se coloca la tubería perforada y corrugada con los acoples apropiados, la cual es rodeada por el material de drenaje. Finalmente se cierra el sub-dren asegurando el traslape mediante una costura apropiada. En el caso de ser necesario se completará con relleno común por encima del sub-dren hasta los niveles de la sub-rasante mostrados en los planos.

Los subdrenes serán instalados en aquellos afloramientos de agua detectados durante la investigación geotécnica de campo y en aquellos que aparezcan durante la etapa de construcción. El criterio es mantener el nivel freático lo más bajo posible.

Adicionalmente, se ha propuesto un sistema de subdrenaje para coleccionar fugas en el sistema de revestimiento de la plataforma. Los subdrenes, del tipo francés con tuberías de polietileno corrugadas y perforadas, permitirán capturar y transportar el agua y la solución infiltrada, para ser recuperada en un sumidero en donde se evaluará si cumple con los estándares ambientales antes de ser retornada al sistema o liberada al ambiente, después de haber recibido el tratamiento respectivo.

El diseño del sistema de subdrenes será afinado durante el desarrollo de la ingeniería de detalle y los criterios y cálculos de diseño formarán parte del diseño final

### ***Revestimiento***

El revestimiento de la plataforma cumple con los requerimientos estándares nacionales e internacionales utilizados en este tipo de estructuras. En el caso específico de la plataforma de lixiviación del Proyecto La Zanja, se han utilizado los requerimientos del estado de Nevada de los Estados Unidos de Norteamérica, que consisten en un doble contenimiento de la solución lixiviada; el primer contenimiento es la geomembrana y el segundo, la capa de arcilla compactada. El revestimiento consistirá de una geomembrana de polietileno VFPE de 1,5 mm (60 mil) de espesor, también llamado de revestimiento primario, colocada sobre una capa de revestimiento de suelo compactado de 300 mm de espesor como mínimo (también llamada soil liner) sobre la subrasante nivelada; esta capa de revestimiento de suelo también es denominada revestimiento secundario. La geomembrana estará protegida por una capa protectora de 300 mm de espesor de arena preparada (acondicionada a determinada granulometría) y compactada.

El material de revestimiento de suelo después de compactado deberá presentar un coeficiente máximo de permeabilidad de  $1 \times 10^{-6}$  cm/s. Generalmente se utiliza arcilla como revestimiento de suelo y de acuerdo con la investigación de campo realizada, ésta se encuentra disponible en cantidad suficiente en la zona de Alcaparrosa y Cocán.

La arcilla para el revestimiento del suelo será traída desde las canteras de préstamo Alcaparrosa y Cocán (Figura 4.4) hasta su emplazamiento final en la plataforma de lixiviación; después de acondicionar la arcilla hasta alcanzar su óptimo contenido de humedad, determinado mediante el ensayo Proctor Estándar, ésta será conformada y

compactada hasta un espesor no menor de 300 mm. En la compactación se utilizarán rodillos vibratorios lisos y tipo pata de cabra. La superficie final debe ser regada constantemente para evitar que la arcilla se reseque y se formen grietas, hasta cubrir la superficie con la geomembrana (Gráfico 4.2).

### ***Capa protectora***

La capa protectora consistirá de arena limosa compactada con un espesor mínimo de 300 mm, la cual debe cumplir con los requerimientos de granulometría para lo cual generalmente es necesario su procesamiento en zarandas. Debido a la necesidad de garantizar que la geomembrana no se deteriore con la instalación de la capa protectora, por el uso de maquinaria pesada, es necesario desarrollar un procedimiento apropiado mediante un relleno de prueba que se hace antes de iniciar los trabajos de colocación de la capa protectora.

La intención del relleno de prueba es la de establecer los criterios de colocación de la capa protectora, al correlacionar el número de pasadas del compactador (camión de acarreo, motoniveladora, rodillo vibratorio de tambor liso, otros.) requeridas para lograr una capa lisa, firme, no cedente, de densidad uniforme y libre de vacíos excesivos. Mediante el relleno de prueba se evaluará cualquier efecto sobre la geomembrana debido a las operaciones de colocación propuestas. Se construirán rellenos de prueba separados en cada sitio dado que los materiales para cada sitio pueden tener diferentes características de colocación.

### ***Sistema de colección de solución y capa de drenaje***

Con la finalidad de evitar que la solución lixiviada se infiltre en los suelos subyacentes a la geomembrana, se ha considerado un sistema de tuberías de colección de la solución lixiviada. El criterio de diseño para las tuberías de colección de solución será el de mantener el nivel freático con una altura máxima de un metro sobre la geomembrana, para lo cual se estimará la separación máxima entre las tuberías de colección de solución. El sistema de colección de solución consiste de tuberías perforadas y grava de drenaje de permeabilidad relativamente alta. El sistema de tuberías incluye tuberías secundarias y principales las cuales son de polietileno corrugadas exteriormente (CPT) y lisas interiormente, y pueden ser perforadas (tipo SP) o sólidas (tipo S), según sea el caso.

Las tuberías se instalarán con un espaciamiento de 10 m. Las uniones serán las apropiadas para la tubería que se utilizara, recomendadas y proporcionadas por el mismo fabricante de las tuberías. Las tuberías estarán embebidas en una capa de drenaje que servirá tanto para facilitar el flujo de solución hacia las tuberías como para proteger a dichas tuberías de cargas e impactos.

La capa de drenaje tendrá un espesor mínimo de 350 mm sobre la tubería y presentará un coeficiente de permeabilidad mínimo de  $1 \times 10^{-4}$  cm/s para lograr la conductividad de solución requerida, por lo tanto el material estará libre de materia orgánica y partículas deleznable suaves en cantidades inconvenientes y tendrá una granulometría máxima de 150 mm y no más del 5% pasará la malla de 0,07 mm, determinado por ASTM D 422. La Figura 4.5 muestra el perfil del sistema de drenaje de la solución.

El material para la capa de drenaje es generalmente obtenido mediante operaciones de chancado y zarandeo (tamaño malla 10 - ½”), que deben implementarse durante la construcción. Para la colocación de la capa de drenaje, el material que es transportado hasta la plataforma de lixiviación en camiones es colocado sobre la tubería con la ayuda de pequeñas retroexcavadoras sobre neumáticos y conformado con personal obrero, de tal modo que reduzca la segregación y compactación del material. En general, el sistema de drenaje que se propone sobrepasa los requerimientos de los volúmenes de infiltración esperados.

El diseño de los sistemas de colección de solución y de drenaje, se realizará durante la etapa de diseño final y los criterios y cálculos de diseño formarán parte del reporte final de diseño.

Las pérdidas por infiltración serán estimadas durante la etapa de ingeniería de detalle, aunque se prevé que estarán por debajo de los máximos estandarizados para este tipo de estructuras.

### ***Pozas de operación y de eventos de tormenta***

La operación requiere de pozas de operación y de eventos de tormenta. Estas pozas se localizan inmediatamente aguas abajo de la plataforma de lixiviación y estarán conectadas mediante canales y tuberías de solución. Las pozas han sido configuradas para que el flujo de la plataforma hacia las pozas sea siempre por gravedad.

El volumen total de las pozas es de 240 000 m<sup>3</sup> distribuido en las dos pozas de operación, que en conjunto tienen una capacidad de 80 000 m<sup>3</sup> (áreas superficiales de 8 250 m<sup>2</sup> y 9 075 m<sup>2</sup>), y la poza de eventos de tormenta de 160 000 m<sup>3</sup> (área 24 845 m<sup>2</sup>). Si fuera necesario, la poza de eventos de tormenta se podrá separar en una poza de eventos menores y otra poza de eventos mayores. Las capacidades requeridas para cada una de las pozas han sido determinadas mediante un análisis de balance de aguas, del cual se determinó una sola poza de operación de 43 000 m<sup>3</sup> de capacidad. Las dos pozas que se plantean en el estudio de Knight Piésold, se debe a aspectos metalúrgicos y por lo tanto se espera que la capacidad requerida de las pozas sea menor, lo cual será determinado durante la etapa de ingeniería de detalle.

La configuración de las pozas es en función de las características topográficas del área seleccionada, tratando de mantener las pozas adyacentes y evitar mayor movimiento de tierras. Asimismo, se ha tratado de dejar libre el área adyacente a la pequeña quebrada ubicada aguas abajo de las pozas propuestas, para derivar el agua de los canales fácilmente, así como para permitir una zona adecuada de monitoreo ambiental.

El diseño de factibilidad de las pozas de operación considera la colocación de tres revestimientos de geomembrana y dos sistemas de colección y recuperación de solución (LCRS). En general, el diseño conceptual de la poza de operación incluye los siguientes elementos (de abajo hacia arriba):

- Sistema de sub-drenes
- 150 mm de sub-base preparada
- 300 mm de revestimiento de suelo (arcilla u otro de baja permeabilidad)
- Geotextil de 8 onzas/yd<sup>2</sup>
- Geomembrana terciaria de 1,5 mm (60-mil) de espesor
- Geonet (LCRS secundario)
- Geomembrana secundaria de 1,5 mm (60-mil) de espesor
- Geonet (LCRS primario)
- Geomembrana primaria de 1,5 mm (60-mil) de espesor

La poza de eventos de tormenta ha sido diseñada de manera similar pero con dos revestimientos de geomembrana y un LCRS. Ambas pozas incluyen un sumidero y tuberías para las bombas de operación.

Para construir las pozas será necesario realizar movimientos de tierras masivos. Estos se inician con la remoción del suelo orgánico, que será transportado al área de acumulación respectiva, ubicada al sur-este de las pozas. Luego se excavarán los materiales inapropiados para ser utilizados como fundación o para relleno común. Estos materiales serán transportados hasta el depósito de desmonte de construcción, ubicado al este de las pozas.

La configuración de las pozas mostrada en la Figura 4.2 requiere de operaciones de corte y relleno masivos, debiendo conformarse los rellenos con el material de corte lateral. El exceso de material de corte será transportado a la plataforma de lixiviación o donde se requiera como material de relleno común.

En algunos sectores de la poza de eventos menores, será necesario el uso de perforación y voladura para llegar a los niveles indicados en los planos. Estos materiales serán utilizados en los rellenos.

Las actividades de movimiento de tierras finalizan con la preparación de los 150 mm superficiales de la sub-base, procediendo a instalar el revestimiento de las pozas conforme a lo indicado anteriormente.

#### ***4.1.1.4 Preparación de las áreas de acumulación de suelo orgánico***

El material orgánico a ser removido será almacenado en lugares ya establecidos para luego ser utilizado durante la etapa de cierre o rehabilitación de las áreas perturbadas.

Dos son las áreas que se han destinado a la acumulación de suelos orgánicos en el sector de San Pedro Sur. La primera con una extensión de 4,68 ha, y una altura máxima de 18 m, almacenará los suelos orgánicos excavados (aproximadamente 300 600 m<sup>3</sup>) para la construcción de la planta, plataforma de lixiviación, pozas y depósito de desmonte de construcción. Esta área está localizada al este de la plataforma de lixiviación, fuera de los límites de diseño de la plataforma. La segunda con una extensión de 3,05 ha y una altura máxima de 9 m, almacenará el material excavado (aproximadamente 125 000 m<sup>3</sup>) para la construcción del depósito de desmonte de mina. Esta extensión de terreno colinda con el depósito, al oeste del mismo.

Ambas áreas destinadas a la acumulación de suelo orgánico, requieren de un dique de contención. Este se construirá eliminando el suelo orgánico e inapropiado, transportándolos a las áreas de acumulación respectivas. Luego de encontrar una fundación apropiada, el dique se construirá mediante un relleno por capas, de acuerdo con lo indicado en las especificaciones técnicas del proyecto. Aguas arriba del área destinada a contener el suelo orgánico, se construirán los canales de derivación, para evitar el ingreso del agua de escorrentía de lluvia, dentro del material almacenado.

Se instalará un sistema de drenaje que consiste en tuberías corrugadas y perforadas tipo CPT. Estas estarán embebidas en material de drenaje y serán instaladas en el fondo de los cursos de drenaje natural. Estas tuberías saldrán del área de acumulación, atravesando el dique de contención mediante una tubería sólida. Las uniones para las tuberías son proporcionadas por el mismo fabricante de las tuberías.

No será necesario remover el suelo orgánico en el área destinada a la acumulación de los materiales. Aguas arriba del área donde se almacenarán el suelo orgánico, se construirá un canal de derivación el cual será revestido con enrocado.

De manera similar, se ha seleccionado un área contigua al depósito de desmonte Pampa Verde como depósito de suelo orgánico con una extensión de 2,4 ha, en la cual se podrán acumular 149 000 m<sup>3</sup> de suelo orgánico proveniente del tajo Pampa Verde y su depósito de desmonte de mina, considerando que el espesor de la capa de suelo orgánico tendría un espesor máximo de 50 cm (Anexo R).

Para conseguir la capacidad requerida y proporcionar la estabilidad estructural necesaria, se ha propuesto la construcción de un dique de contención/retención, el cual ha sido diseñado como una estructura de relleno homogéneo con material de relleno común, proveniente de canteras o de materiales excavados dentro de los límites del depósito de desmonte de mina. Es también factible el uso del desmonte de mina para la construcción del dique, para lo cual debe garantizarse que no serán utilizados materiales que posean potencial para generar ácido.

La cresta del dique de contención está en la elevación 3 432 m.s.n.m. y tiene una longitud aproximada de 140 m; el ancho propuesto para la cresta es de 6,50 m (con bermas de seguridad a ambos lados de 0,50 m de altura) y el terraplén está conformado con taludes aguas abajo de 2H:1V y aguas arriba de 1,5H:1V. En promedio, la altura del terraplén alcanza los 12 m. Adicionalmente, se ha incorporado un sistema de drenes verticales sobre el talud ubicado aguas arriba del dique, con la finalidad de rebatir la superficie freática.

El suelo orgánico será descargado formando taludes cuya inclinación no exceda 4,5H:1V y que pueden variar dependiendo de la condición de humedad del material (seco o mojado). La altura máxima es de 29 m desde el pie del talud de la pila. La altura máxima entre la superficie de la pila y la superficie inferior del depósito (verticalmente) llegará hasta los 18 m. Como parte del plan de control de erosión, serán necesarios canales de derivación los cuales serán diseñados para un flujo equivalente a eventos de tormenta de 100 años en 24 horas y serán revestidos con enrocado u otros elementos que se consideren convenientes.

#### ***4.1.1.5 Preparación del depósito de desmonte de construcción***

Similarmente, se requiere de un depósito para el almacenamiento de desmonte de los trabajos de construcción. Éste almacenará material inadecuado para su uso en trabajos de relleno. Se estima que los trabajos de construcción generarán un aproximado de 277 200 m<sup>3</sup>. La

ubicación del depósito de desmonte de construcción está definida en la Figura 4.1. El depósito de desmonte de construcción estará ubicado al este de las pozas de procesos.

Para disponer los materiales inadecuados se construirá un dique de contención en la parte más baja del depósito. El proceso constructivo del dique es típico y consiste en la remoción del suelo orgánico e inapropiado, que será dispuesto en las áreas de acumulación respectivas. El dique será construido con material de relleno común y en sucesivas capas, en conformidad con las especificaciones técnicas del proyecto.

Será necesaria la remoción de la capa superficial de suelo orgánico en el área del depósito. Estos serán dispuestos en el área de acumulación de suelo orgánico, al sur del depósito de desmonte de construcción. Después de haber retirado la capa de suelo orgánico se procederá a la construcción del sistema de drenaje, que consiste en una red de tuberías perforadas y corrugadas del tipo CPT, instaladas en el fondo de los cursos naturales de drenaje. Aguas arriba del área donde se almacenarán los materiales inadecuados, se construirá un canal de derivación el cual será revestido con concreto.

El depósito de desmonte de construcción ha sido configurado con una inclinación del talud de 5H:1V, debido a las bajas características resistentes de los materiales.

Se ha realizado un análisis de estabilidad de la sección considerada más crítica, la cual se presenta en el Anexo Q. Además de la geometría y de los diferentes materiales que intervienen en el análisis, se han considerado los niveles freáticos para simular la condición más crítica durante la operación del depósito. Las propiedades de los materiales utilizados en el análisis de estabilidad corresponden a las obtenidas durante la investigación geotécnica de campo (Knight Piésold, 2004a) y se resumen en el Cuadro 4.7.

**Cuadro 4.7**  
**Propiedades de los materiales del depósito de desmonte de construcción**

<b>Tipo de material</b>	<b>Peso unitario húmedo (kN/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Peso unitario saturado (KN/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Cohesión (kPa)</b>	<b>Angulo de fricción (grados)</b>
Desmonte		18,5	5	10
Relleno común compactado	18,0	20,0	0	32
Material de fundación	20,0	20,0	0	30



Considerando las propiedades de los materiales, configuración de los taludes y ubicación de la napa freática descrita anteriormente, se ha llevado a cabo el análisis de estabilidad para las secciones críticas consideradas, usando el software SLOPE/W<sup>®</sup>. Se utilizó el método Morgenstern Price para analizar superficies de falla circulares.

El análisis de estabilidad se realizó en base a esfuerzos efectivos. Adicionalmente, el análisis de estabilidad se desarrolló para condiciones estática y pseudo-estática. El análisis de estabilidad del talud de desmonte bajo cargas sísmicas ha sido evaluado basado en la magnitud y el impacto potencial en las deformaciones permanentes en el talud, haciendo uso del método gráfico desarrollado por Makdisi y Seed (1978). El análisis de riesgo sísmico llevado a cabo en el área del proyecto indica que la magnitud del evento sísmico a ser considerada para efectos de diseño es de  $M=7$ , produce una máxima aceleración horizontal promedio de 0,30 g. Para efectos de este análisis, se consideró un evento sísmico con un coeficiente de aceleración máxima de 0,20 g, valor que representa los 2/3 de la aceleración máxima del terreno.

Se realizaron diferentes análisis para identificar las potenciales superficies de falla circulares más críticas (factor de seguridad más bajo). En el Cuadro 4.8 se presenta una tabulación de los resultados más críticos del análisis de estabilidad del talud para la sección de análisis considerada, para las condiciones estática y pseudo-estática.

**Cuadro 4.8**  
**Análisis de estabilidad del talud para la sección de análisis considerada**  
**Resultados más críticos**

<b>Sección / análisis de esfuerzo/ modo de falla</b>	<b>Factor de seguridad estático</b>	<b>Factor de seguridad sísmico</b>	<b>Aceleración "Yield" (g)</b>	<b>Deformación promedio inducida por sismo (cm)</b>
G / Efectivos / Circular	1,4	0,7	0,08	40

Los resultados indican que el depósito de desmonte de construcción es estable. Cabe mencionar que la pila es estable para condiciones estáticas, asumiendo que las condiciones en el campo no varíen significativamente con respecto a las modeladas en este análisis.

#### **4.1.1.6 Construcción de canales de derivación, alcantarillas, cunetas y accesos**

Los canales de derivación se construirán aguas arriba de las diversas estructuras, tales como: plataforma de lixiviación, pozas, área de acumulación de suelos orgánicos, depósitos de desmonte, canteras, entre otras y su diseño les permitirá derivar el agua hacia pozas de sedimentación antes de ser descargada en cauces naturales. En su mayor extensión, los canales de derivación se construirán en corte y en relleno su construcción será mínima (Anexo H-3). Su diseño les permitirá derivar un flujo equivalente a eventos de tormenta de 100 años/24 horas y serán revestidos con empedrado o empedrado con concreto (emboquillado), dependiendo de la pendiente y el caudal de agua que transportarán y manteniendo las secciones transversales, lo cual será determinado en la etapa de diseño final.

Las alcantarillas se eligieron teniendo en cuenta el caudal a eliminar, la naturaleza y pendiente del cauce. La cantidad y ubicación debe garantizar el drenaje evitando la acumulación excesiva de agua. Se estableció que las dimensiones mínimas de las alcantarillas serán de 36" de diámetro en el caso de cruces de accesos, para facilitar la limpieza. La Figura 4.6 muestra el diseño de las alcantarillas para descarga de las cunetas y para el pase de accesos.

En cuanto a las cunetas, éstas serán laterales y de coronación. En general, ambas tendrán una sección triangular, debido a que se prevén flujos menores que no justifican el uso de una sección trapezoidal. Serán ubicadas al costado de las vías, en el lado hacia donde fluyen las aguas (laterales) o en el lado donde existan laderas (coronación). Sus dimensiones serán fijadas de acuerdo con condiciones pluviométricas muy lluviosas, es decir que tendrán una profundidad no menor de 0,5 m y 1,0 m de ancho. Para el caso de terrenos erosionables, o de fácil escurrimiento o en cunetas de pendientes de más 4%, éstas serán revestidas con piedra y lechada de cal. Para el drenaje de las cunetas se ha considerado la instalación de aliviadores o alcantarillas en sitios específicos. La Figura 4.7 muestra el diseño de las cunetas con revestimiento.

El acarreo del mineral desde el tajo hasta la plataforma de lixiviación se realizará utilizando camiones de gran tonelaje; a través de una carretera de acarreo desde Pampa Verde hasta San Pedro Sur. El alineamiento propuesto para la carretera de acarreo (Figura 4.1) está dentro de los límites de la propiedad de Minera La Zanja y tiene una extensión de 4,5 km con una pendiente promedio de 9,03% y pendiente máxima de 10,40%. La distancia entre el tajo Pampa Verde y la plataforma de lixiviación es de 6 km. Asimismo, será necesario construir varios cruces con alcantarillas para dar paso a los drenajes naturales de agua existentes.

Para mantener la vía de tránsito de camiones dentro de los límites de la propiedad de Minera La Zanja, se construirán desarrollos y curvas de volteo, que requieren un adecuado diseño considerando lo accidentado de la topografía existente entre Pampa Verde y San Pedro Sur. Por lo tanto, una adecuada evaluación de las condiciones geotécnicas resulta determinante para establecer la factibilidad de construir la carretera.

Los accesos menores que no están asociados al acarreo del mineral se construirán mediante cortes y rellenos. Se retirará, al inicio de los trabajos, la capa superficial de suelo orgánico, transportándola al área de acumulación respectiva. De igual manera se procederá con aquellos materiales inapropiados para la fundación, transportándolos hacia el depósito de desmonte de construcción. En la superficie de los accesos, después del corte o relleno, se compactará una capa de rodadura de 150 mm como mínimo. El material deberá cumplir con los requerimientos de las especificaciones técnicas. La superficie final de rodadura tendrá una inclinación tal que el agua de lluvia pueda ser evacuada fácilmente hacia las cunetas laterales que corren paralelos a los accesos y de allí a las estructuras de retención de sedimentos.

A los lados de los accesos, se construirán bermas de seguridad de 500 mm de altura como mínimo, con material de relleno común, en aquellos sectores donde la diferencia de nivel entre la superficie de rodadura y el pie de talud del relleno sea mayor a 1 m.

Las cunetas de coronación serán excavadas próximas a los hombros de los taludes y serán revestidas con empedrado para evitar que la erosión dañe los taludes de corte. Las canaletas de evacuación serán dispuestas por tramos para eliminar apropiadamente el agua sin que se produzca la erosión de los suelos en los taludes, para lo cual serán revestidas con enrocado o enrocado con concreto.

#### ***4.1.1.7 Construcción de la planta de procesamiento (proceso ADR - adsorción, desorción, regeneración)***

La planta de procesamiento se ubicará al noreste de la plataforma de lixiviación y consistirá en un edificio de aproximadamente 7 200 m<sup>2</sup>. Las actividades de construcción de la planta incluyen la nivelación y el despeje del terreno así como la construcción de los cimientos y de las estructuras que darán origen al edificio. Se trata de estructuras metálicas con piso de concreto, dentro de las cuales se instalarán los equipos de proceso, salas de control, tuberías e instalaciones eléctricas.

El piso del área de las instalaciones será de concreto con pendiente hacia canaletas y sumideros dotados de bombas de piso para interceptar y recircular eventuales derrames de solución al proceso. Esta actividad incluirá la construcción y habilitación de ambientes

adicionales para el almacenamiento de los reactivos de proceso que se ubicarán fuera del edificio y que contarán con las medidas de seguridad y obras de contención necesarias ante eventuales derrames.

La construcción de la planta de procesamiento implicará la ejecución simultánea de diversas actividades de construcción, las cuales serán ejecutadas por empresas constructoras calificadas, para asegurar el buen desarrollo técnico de la obra y para mantener altos estándares de calidad y seguridad. Las principales actividades que se llevarán a cabo serán las siguientes:

- Obras civiles: movimiento de tierras localizado, nivelación y plataformado, construcción de fundaciones y de instalaciones de concreto (losas, canales, paredes, cerramientos, techos, otras.), instalación de cercos perimétricos.
- Montaje de estructuras metálicas: perfiles estructurales, soportes de tuberías y bandejas eléctricas, tanques de adsorción, tanques de lavado, recipientes de desorción, entre otras.
- Montaje de equipos y tuberías: bombas, zarandas, hornos de regeneración, celdas de electro-deposición, filtros, hornos de fundición, entre otros.
- Instalaciones eléctricas: montaje de subestación, generadores, motores eléctricos, centro de control de motores, cableado de fuerza y control, entre otras.
- Montaje de instrumentación: instrumentos de control, flujómetros, muestreadores, medidores de presión y temperatura, cableado, instrumentación, instalación de líneas de comunicación de poder (PLC), implementación de software de control, entre otros.

Se estima el uso de equipos convencionales de construcción. Se verificará que todos los equipos se encuentren en perfecto estado operativo para garantizar el cumplimiento de plazos de construcción, evitar impactos y minimizar riesgos de accidentes. Se utilizarán cargadores frontales para el carguío de los camiones y acarrear el material fuera de la zona de trabajo. Para la nivelación del terreno y la adecuación de los accesos a la planta, se utilizará una motoniveladora y rodillos compactadores. Será necesario el uso de al menos dos grúas para el transporte y el montaje de estructuras metálicas, tanques y equipos mayores. Se estima que la grúa de mayor capacidad será de 50 toneladas. Para el acarreo de equipos menores se utilizarán tecles convencionales.

Durante la etapa de construcción se destinará un área ubicada en uno de los costados de la poza de solución rica, para el almacenamiento temporal de materiales pesados tales como planchas y estructuras metálicas, un taller para prefabricado de estructuras metálicas, un taller

para prefabricado de tanques y un taller para prefabricado de piezas de tuberías. Estos talleres contarán con diversos equipos de carpintería metálica (roladoras, dobladoras, cortadoras, entre otros), estación de soldadura, así como de una estación de arenado y pintura.

Durante la fase de construcción se activará el Sistema de Gestión de Seguridad Industrial y Medio Ambiente que permitirá actuar en forma preventiva y oportuna en el control de los desperdicios y residuos minimizando los riesgos en el trabajo.

#### **4.1.1.8 Construcción de instalaciones auxiliares**

El proyecto requerirá de infraestructura para el desarrollo de los tajos, de los procesos para la lixiviación y para la operación de la planta. Para la etapa de construcción será necesario desarrollar instalaciones que alberguen operaciones auxiliares de la construcción. En este caso se edificarán infraestructuras permanentes que puedan ser utilizadas también durante la operación. Las instalaciones auxiliares a construir comprenden un taller de equipo pesado, planta de preparación de cal, almacén general, polvorines, laboratorios, oficinas administrativas, campamento, tópicos y garita de vigilancia.

Las instalaciones auxiliares que serán desarrolladas por el proyecto se presentan en la Figura 4.8.

Al igual que en la construcción de la planta de procesamiento, para realizar las instalaciones auxiliares se utilizarán contratistas especializados en la ejecución de edificaciones metálicas y de módulos prefabricados de oficinas. También se prevé que las principales actividades de construcción serán las siguientes:

- Obras civiles: movimiento de tierras localizado, nivelación y plataformado, construcción de fundaciones y de instalaciones de concreto (losas, canales, paredes, cerramientos, techos, otras.), preparación de terraplenes de contención, instalación de cercos perimétricos.
- Montaje de estructuras metálicas: perfiles estructurales, soportes de tuberías y bandejas eléctricas, tanques de almacenamiento, tanques de preparación de reactivos, recipientes de desorción, otras.
- Montaje de equipos y tuberías: bombas, zarandas, hornos de regeneración, celdas de electro-deposición, filtros, hornos de fundición, otros.
- Instalaciones eléctricas: montaje de subestación, generadores, motores eléctricos, centro de control de motores, cableado de fuerza y control, otras.

- Montaje de instrumentación: instrumentos de control, flujómetros, muestreadores, medidores de presión y temperatura, cableado instrumentación, instalación de PLC, implementación de programas de control, otros.

Se estima el uso de equipos convencionales de construcción que serán similares a los que se utilizarán durante la construcción de la planta de procesamiento. De la misma manera, existirán en forma temporal talleres para la prefabricación de los elementos metálicos y estructurales, así como talleres de carpintería. Sin embargo, se anticipa que debido a que los edificios, las estructuras metálicas y los elementos de cerramiento son de menor tamaño, los contratistas y proveedores preferirán realizar la mayor parte del prefabricado en sus talleres en la ciudad, para luego transportar las piezas semiacabadas y realizar el montaje en el sitio.

Igualmente, se aplicará un sistema de control de residuos y desperdicios para mantener el sitio de trabajo limpio y para minimizar cualquier riesgo de impacto. En el caso del taller de mantenimiento, se instalará un sistema de captación y separación de sólidos, además se separará el agua del aceite, recuperando este último y recirculando el agua.

### ***Taller equipo pesado (truck shop)***

El taller de mantenimiento estará ubicado al noroeste de los campamentos y cercano al suroeste de la plataforma de lixiviación. Se estima que el área total de construcción del taller de equipo pesado será de 3 225 m<sup>2</sup>. La construcción del taller comprende la eliminación del suelo orgánico, la nivelación del terreno, la construcción de la base de concreto y la instalación de las estructuras prefabricadas del edificio. El taller considera un edificio con dos bahías para reparación de camiones y equipos pesados, un taller de mantenimiento mecánico para vehículos ligeros, un taller eléctrico, una bahía para cambio de neumáticos, área de soldadura, zona de lavado, oficinas y almacén del contratista minero. Además contará con instalaciones completas para el almacenamiento y uso de lubricantes, sala de compresoras, sala de generadores de emergencia y una sala de transformadores y tableros eléctricos.

Alrededor del taller se ha previsto la instalación de un canal de derivación con una poza de contención para depositar los sedimentos. Asimismo, se prevé instalar un sistema para separar el aceite del agua. El agua recuperada se recirculará mientras que el aceite será retirado del proyecto por una Empresa Prestadora de Servicios – Residuos Sólidos (EPS-RS).

### ***Planta de preparación de cal***

La planta de preparación de lechada de cal estará localizada al este del taller de equipo pesado y al sureste de la plataforma de lixiviación. Se estima que el área total de construcción de la

planta de preparación de cal será de 2 900 m<sup>2</sup>. Esta planta consiste en un área de almacenamiento de bolsas de cal, área de zarandeo o eliminación de material grueso o granallas, área de preparación de la cal hidratada y área de abastecimiento al camión distribuidor de cal. Esta área tendrá un canal de derivación con una poza de contención de sedimentos.

### ***Almacén general***

El almacén general se localizará al oeste de las oficinas principales. Tendrá un área de carga y descarga, un área especial con cubierta para recepción de materiales y repuestos, así como para el almacenamiento de los mismos, oficinas con servicios higiénicos y un área de estacionamiento para vehículos ligeros y pesados. El área construida será de 360 m<sup>2</sup> dentro de una plataforma de 900 m<sup>2</sup>.

Se ha previsto que no todos los artículos que lleguen al proyecto serán depositados en el almacén general. Insumos tales como nitrato de amonio, emulsiones, combustibles, lubricantes, cal, cianuro de sodio y repuestos de equipo de mina tendrán almacenes individuales con estándares más rigurosos de seguridad.

### ***Polvorines***

Se dispondrá de ambientes destinados para almacenar nitrato de amonio, dinamita y accesorios de voladura. El depósito de nitrato se instalará al sureste del depósito San Pedro Sur a una distancia mayor de 500 m con respecto al tajo San Pedro Sur y a más de 800 m de distancia de los polvorines de dinamitas y accesorios de voladura. Este depósito tendrá capacidad para almacenar hasta 3 meses (aproximadamente 600 bolsas de nitrato de amonio) y además tendrá un silo para almacenar emulsiones. Las dimensiones del edificio serán de 25 m x 20 m dentro de una plataforma de 50 m x 30 m. Las instalaciones serán consideradas como área restringida, motivo por el cual contarán con un cerco perimétrico y personal de seguridad. Sólo personal autorizado de la mina podrá ingresar al área. En un radio de 30 m alrededor del cerco perimétrico habrá un área desprovista de vegetación, la cual será mantenida periódicamente para evitar el crecimiento de plantas. El área contará con extinguidores ubicados en lugares estratégicos y con instalaciones eléctricas a prueba de chispa. Las actividades de almacenamiento y descarga del material explosivo se harán solamente en horario diurno.

El polvorín de dinamita se ubicará al oeste del cerro Bramadero (Figura 4.9), a 160 m de los campamentos. Se ha considerado 4 000 lb de almacenamiento de dinamita.

El almacén de los accesorios de voladura (fulminantes y otros), se encontrará a más de 15 m al sur del polvorín de dinamitas y a 160 m de los campamentos. Se ha considerado 4 000 lb de almacenamiento de accesorios.

Los polvorines se construirán de acuerdo con las normas legales relacionadas, que el Proyecto La Zanja respetará.

#### Normas de construcción

Se ha planeado construir las instalaciones de almacenamiento de explosivos en conformidad con el D.S. N° 046-2001-EM. – Aprueba Reglamento de Seguridad e Higiene Minera. (25.07.01), Título Tercero, Capítulo I, Subcapítulo Cinco, Explosivos

#### *Artículo 213*

Cuando no existan accidentes naturales del terreno que se interpongan entre los polvorines y las instalaciones o zonas transitadas, se construirá cerca de dichos depósitos muros o terraplenes de material adecuado. Los muros no tendrán menos de sesenta (60) centímetros de ancho en su parte superior y su altura será tal que siempre resulten interceptados por toda línea trazada desde la parte superior del polvorín hasta la cúspide de los edificios por proteger o hasta un punto situado a tres (3) metros de altura sobre las carreteras o líneas férreas.

#### *Artículo 215*

Los polvorines superficiales cumplirán con lo siguiente:

- Estarán protegidos interior y exteriormente contra incendios y contar con extintores de polvo químico seco para combatir amagos de incendio dentro y fuera de los mismos.
- La puerta debe estar siempre cerrada con llave y solamente se permitirá el ingreso de personas autorizadas y con las debidas precauciones.
- Las instalaciones eléctricas deben estar entubadas y los interruptores serán a prueba de chispa.

#### Normas de ubicación

Se ha planeado localizar las instalaciones de almacenamiento de explosivos en conformidad con el D.S. N° 019-71/IN, Capítulo V, Almacenaje.



***Polvorines***

*Artículo 60*

La distancia a edificios habitados representa aquella distancia a la cual, en caso de una explosión, los edificios estarían libres de daños sustanciales en su estructura, pero no libres de daños menores como rotura de vidrios o desprendimiento de enlucido de las paredes.

Esta distancia se obtiene utilizando la siguiente fórmula:

Anexo N° 3

Fórmula Distancia-Cantidad

Para explosivos de las categorías IV (Nitrato de amonio, Anfo, etc.)

$$D = K * P^{(1/3)}$$

Donde:

D: Distancia mínima de seguridad

K: Constante

P: Peso de explosivo en Kg

K:

Oficinas, laboratorios, lugares de descanso 3,0

Carreteras 4,0

Edificios habitados 8,0

Procedimientos de operación de las instalaciones de almacenamiento de explosivos

Como parte de los procedimientos operativos de las instalaciones de almacenamiento de explosivos, se desarrollará un sistema de contabilidad de explosivos, el cual se respetará estrictamente. Este sistema registrará el movimiento de todos los explosivos dentro y fuera del depósito. A continuación se describe brevemente el procedimiento:

- El pedido de explosivos se realizará mediante canales de comunicación oficiales entre el proveedor y el representante de la contratista minera, el cual ha sido debidamente aprobado por el Superintendente de Minas de Minera La Zanja. Se registrará el tipo y cantidad de explosivos que se solicite y la fecha estimada de entrega.
- El controlador de voladuras recibirá, inspeccionará y registrará la entrega de cualquier explosivo. El registro estará acompañado por una factura oficial proporcionada por el

proveedor de explosivos. Este recibo debe concordar con el tipo y la cantidad exacta de explosivos que se solicitó.

- La manipulación y almacenamiento de los explosivos se realizarán de conformidad con el Reglamento Minero.
- Los movimientos de explosivos dentro y fuera del depósito se registrarán mediante el sistema de contabilidad de explosivos. Este sistema se utilizará, básicamente, para controlar lo siguiente:
  - Periodicidad, cantidad y tipo suministrado por el proveedor de explosivos.
  - Periodicidad, cantidad y tipo retirado para ser utilizado.
  - Cantidad, tipo y lugar donde se usó.
  - Periodicidad, cantidad y tipo devuelto al depósito.
- En caso que se consideren faltantes dentro del depósito de explosivos, se notificará de inmediato a la policía y a las autoridades mineras (MINEM).

#### Seguridad / Manejo de riesgo

Minera La Zanja asegurará el perímetro de la propiedad minera y el depósito de explosivos se ubicará a más de 150 m de distancia dentro de este perímetro.

- Se espera que durante la construcción y operación, la mina funcione con un registro de turnos continuo de 24 horas, 7 días a la semana. Esto permitirá que haya una actividad y presencia continuas en el emplazamiento minero.
- Minera La Zanja proporcionará personal de seguridad continuo durante las 24 horas para la protección del depósito de explosivos. Se establecerán protocolos de comunicación radial para asegurar que el contacto entre la seguridad en el depósito de explosivos y la base de seguridad de Minera La Zanja se efectúe con la frecuencia debida.
- Se colocará iluminación externa adecuada en el lugar del depósito de explosivos para mejorar la seguridad.
- De acuerdo con el reglamento minero, es necesario que los detonadores y accesorios se almacenen por separado en diferentes estructuras. Esto no sólo reduce la posibilidad de detonación accidental, sino que también hace que los explosivos y los detonadores y accesorios no se encuentren al alcance de la mano y puedan utilizarse inmediatamente.
- La mayoría de los explosivos usados son de nitrato de amonio. Este material se almacenará separado de los otros explosivos (Figura 4.10) debido a que cuando se encuentra solo se trata básicamente de una sustancia inerte que requiere de conocimiento y preparación especializada para fabricar un explosivo.

### Respuesta a emergencias

- En el caso de explosivos perdidos, la policía y las autoridades mineras (MINEM) serán notificadas inmediatamente. Además, se ejecutará un plan de evacuación del sitio si existe una amenaza inmediata.
- En el caso poco probable de que ocurra algo parecido, Minera La Zanja se asegurará que exista un seguro para cubrir apropiadamente cualquier pérdida o daño generado debido a sabotaje.

### ***Laboratorio metalúrgico***

El laboratorio metalúrgico estará ubicado al noreste de la planta de procesamiento de mineral. El área total del laboratorio, incluyendo la recepción de muestras, el almacenamiento y preparación de ripios, el laboratorio de muestras mecánicas, el laboratorio de análisis de adsorción y lixiviación ocupará un área de 820 m<sup>2</sup>.

La investigación metalúrgica se desarrolla básicamente en tres etapas: pruebas preliminares, detalladas y a escala piloto. En cada una de estas etapas se irán obteniendo resultados que serán evaluados. La docilidad de un mineral a un tratamiento por lixiviación en pilas y su optimización respectiva es determinada por el tipo de mineral, la ley de oro, el tamaño del depósito.

Para realizar un estudio metalúrgico a un mineral por el proceso de lixiviación en pilas, necesariamente deberá plantearse una serie de programas de pruebas, siendo en todos los casos secuenciales de acuerdo con los resultados que se van obteniendo.

En la etapa de pruebas metalúrgicas preliminares se desarrollarán:

- Pruebas de agitación en botellas
- Pruebas de lixiviación en columnas pequeñas (6”/ 8” de diámetro x 3 m alto)

En la etapa de pruebas metalúrgicas detalladas se desarrollarán:

- Pruebas de lixiviación en columnas pequeñas con un tamaño definido de alimentación de mineral
- Pruebas de lixiviación en columnas pequeñas con diferentes tamaños de alimentación de mineral

- Pruebas de lixiviación en columnas grandes ( 0,76 m/ 2 m de diámetro x 6 a 12 m de alto) con granulometría gruesa, para un posible tratamiento tal como sale de la mina (run of mine)
- Pruebas de aglomeración y su lixiviación respectiva en columnas pequeñas si así lo requiere el mineral en estudio.

En la etapa de pruebas metalúrgicas a escala piloto se desarrollarán:

- Pruebas de lixiviación en columnas grandes
- Pruebas de lixiviación en una pila pequeña in situ

En una operación de lixiviación en pilas, es recomendable realizar de manera permanente las investigaciones metalúrgicas por lo que se ha considerado que la operación industrial cuente con un laboratorio para este fin.

El laboratorio metalúrgico contará con su respectiva área de preparación de muestras desde la homogenización a gran escala, hasta pequeña escala con sistemas de reducción de tamaño. También contará con un sistema para realizar pruebas de cianuración por agitación en botellas, cianuración en columnas pequeñas, cianuración en columnas medianas y cianuración en columnas grandes consideradas pruebas a escala piloto. Cada una de estas pruebas en columnas irá acompañada por su respectivo circuito de adsorción en carbón activado, contando además con todas las facilidades del caso.

Los efluentes líquidos del laboratorio de análisis químico serán conducidos a la poza de solución intermedia, las muestras sólidas del mineral y ripios que han sido sujeto de investigación serán enviadas a las pilas de lixiviación y las muestras de carbón remanentes a la planta de procesamiento de mineral. De esta manera se evitará impactos al medio ambiente.

### ***Oficinas principales***

El edificio de las oficinas principales (administrativas) se localizará al sureste de la plataforma de lixiviación de San Pedro Sur sobre un área de 540 m<sup>2</sup>, incluyendo la zona de estacionamientos. El edificio tendrá 14 oficinas para la Superintendencia General, Mina, Planeamiento e Ingeniería, Medio Ambiente, Seguridad y Administración. En la parte posterior de las oficinas se ha previsto un área para archivo y otra área para los servicios de comunicaciones y para el centro de cómputo. También se tendrá área de servicios higiénicos y estacionamiento para 20 vehículos livianos.

Para las oficinas generales y las otras oficinas del proyecto, se instalará un sistema satelital de comunicaciones de voz y sistemas de computación. Para las comunicaciones internas de oficinas a vehículos y personas y viceversa se contará con radios portátiles utilizando bandas de frecuencia muy alta (VHF).

El área de Relaciones Comunitarias tendrá dos oficinas, sala de presentaciones o entrenamiento, área de comedor, servicios higiénicos y área de estacionamiento.

### ***Campamento***

El campamento, ubicado al suroeste de las oficinas principales, se ha diseñado para albergar al personal del Proyecto La Zanja incluyendo al contratista minero. Se ha estimado que el campamento tendrá una capacidad máxima de alojamiento para 200 personas.

Los módulos para campamentos, oficinas y almacén estarán diseñados y equipados de acuerdo con estándares adecuados de confort y seguridad. Se utilizará el Reglamento Nacional de Construcciones del Perú para establecer los criterios que permitirán el diseño de losas, cimentaciones, edificaciones de concreto, estructuras metálicas, así como las redes de agua, desagüe, electricidad y alumbrado.

El campamento contará con módulos para alojamientos de empleados, obreros, personal de seguridad; dispondrá además de cocina y comedor con capacidad para 150 personas, lavanderías, área de administración de campamentos, áreas de recreación y losa deportiva.

Los módulos de alojamiento contarán con las instalaciones requeridas en proyectos mineros que responden a estándares internacionales: agua potable fría y caliente, agua y gabinetes contra incendio, instalaciones de agua y desagüe, instalaciones eléctricas, sistemas de detección de humo, calefacción mediante estufas en cada habitación, servicios higiénicos dentro de los módulos, puertas de ingreso/salida anti-pánico, ventanas herméticas, entre otras. El campamento tendrá además amplias zonas de estacionamiento de vehículos ligeros y buses de transporte de personal.

### ***Tópico***

El tópico y la oficina de Relaciones Comunitarias se encontrarán ubicados entre la garita y el campamento. El tópico contará con una sala de atención, sala de reposo, oficina y servicios higiénicos.

### ***Garita de control***

La garita se construirá a la entrada del área del proyecto y contará con una oficina de recepción, servicios higiénicos, área de estacionamiento para vehículos ligeros, buses y camiones.

#### ***4.1.1.9 Construcción de otras instalaciones***

##### ***Almacenamiento de agua***

Water Management Consultants ha realizado varios estudios hidrológicos para definir el sistema de abastecimiento de agua del Proyecto La Zanja, los cuales se adjuntan en el Anexo H-3. De acuerdo con el último estudio, realizado en el 2007, el abastecimiento de agua al Proyecto La Zanja utilizará los recursos de la quebrada Bramadero los que serán complementados con bombeo desde la cuenca vecina del río Pisit. El bombeo estará restringido a la época húmeda, evitándose el mismo durante la época de estiaje, junio a septiembre, para minimizar los impactos en dicha cuenca. La premisa del sistema es el de proveer un caudal constante de 48,9 L/s en forma ininterrumpida, de los cuales 28,9 L/s son para el abastecimiento del proyecto y 20,0 L/s se mantendrían en forma constante aguas abajo de la quebrada Bramadero para minimizar impactos. El sistema fue diseñado para un escenario climatológico severo consistente en una secuencia de tres años secos con un período de retorno de 100 años (Water Management Consultants, 2007). Minera La Zanja ha implementado a partir del año 2005, un monitoreo periódico hidroquímico y de caudales en una red de aguas superficiales de 16 puntos que cubren el área del proyecto.

##### ***Descripción del sistema de abastecimiento***

Esta sección presenta un resumen del sistema de abastecimiento de agua más reciente y los criterios de diseño adoptados (Water Management Consultants, 2007). Información detallada se incluye en el Anexo H-3.

El concepto del sistema de suministro de agua propuesto se basa en un embalse en la quebrada Bramadero con un alto grado de regulación de los caudales de la quebrada, lo que permitirá abastecer los requerimientos del proyecto almacenando agua durante la época húmeda para ser utilizada durante la época de estiaje.

La quebrada Bramadero podría satisfacer la demanda del proyecto de 28,9 L/s sin necesidad de recurrir al bombeo desde el río Pisit (Water Management Consultants, 2007). Sin embargo, con este esquema los caudales en dicha quebrada, aguas abajo de la presa, se reducirían prácticamente a cero aún para un año de lluvias promedio. Para evitar este impacto, Minera La Zanja ha optado por mantener el bombeo desde el río Pisit con la premisa de proveer en

todo momento al menos 20 L/s aguas abajo en la quebrada Bramadero. De tal manera, el sistema embalse-bombeo será capaz de proveer en todo momento un caudal mínimo de 48,9 L/s en forma ininterrumpida, de los cuales 28,9 L/s serían para el abastecimiento del Proyecto La Zanja y los restantes 20 L/s servirían para mantener en todo momento un flujo en la quebrada Bramadero aguas abajo de la presa

Las conclusiones relevantes del informe de Water Management Consultants (WMC, 2007) son:

- Los principales componentes del sistema son:
  - Obra de toma en el río Pisit.
  - Estación de bombeo con una capacidad instalada de 50 L/s que permite vencer una altura estática de 275 m.
  - Tubería de impulsión de 2 700 m de longitud que descargará en el embalse de la quebrada Bramadero.
  - Presa en la quebrada Bramadero, incluyendo: vertedero, descargador de fondo, estación de bombeo y conducción a la planta.
- Para la sequía de diseño consistente en 3 años secos con un período de retorno de 100 años, se puede proveer el suministro de agua al Proyecto La Zanja, establecido en 28,9 L/s, solamente con los recursos provenientes de la quebrada Bramadero y sin bombeo desde el río Pisit, pero incluyendo el recurso de agua subterránea proveniente del abatimiento de la napa en la zona del tajo San Pedro, el cual se ha estimado en 3 L/s.
- Para garantizar lo establecido en el punto anterior se requiere almacenar un volumen de 0,90 Mm<sup>3</sup> al que corresponde una cota de embalse de 3 527,3 m.
- Adicionalmente, si se desea garantizar en todo momento un caudal mínimo de 20 L/s aguas abajo en la quebrada Bramadero, se necesita un bombeo desde el río Pisit de 41,5 L/s. El bombeo estará restringido a la época húmeda (noviembre a mayo inclusive), evitándose el mismo durante la época de estiaje (junio a octubre).
- La presa principal y lateral tendrán el coronamiento a cota 3 531 m y una altura máxima de 20 m y 8 m respectivamente.
- El tiempo de llenado del embalse se estimó en aproximadamente 5 meses para un año normal y 6 meses para un periodo de retorno de 10 años. Los tiempos de llenado se pueden acortar con el aporte del bombeo desde el río Pisit.

### ***Obra de toma***

La obra de toma estará ubicada en el río Pisit a una cota aproximada de 3 250 m.s.n.m y fue proyectada para excluir sedimentos gruesos (gravas), que son acarreados por la quebrada durante las crecidas.

La obra de toma consta de dos partes, una sección vertedero y una sección de captación. La función de la sección vertedero es la de permitir el pasaje de caudales altos y sedimentos durante el período húmedo.

La sección de captación tiene dos vanos, uno en forma de vertedero con una reja para captar las aguas durante caudales altos y un vano by-pass para captar las aguas durante la época de estiaje mediante una compuerta lateral.

Se ha diseñado además un desrripiador cuyo propósito es decantar sedimentos hasta el tamaño de arenas finas. El desrripiador es esencialmente una poza de sedimentación y consta de: un canal de entrada que conduce el agua desde la obra de toma, un cuenco decantador, un vertedero que por rebose continuo alimenta la estación de bombeo, y un vertedero de excedencias.

### ***Estación de bombeo en el río Pisit y tubería de impulsión***

Se ha proyectado una estación de bombeo diseñada para un caudal máximo de 50 L/s, la cual estará compuesta de dos subestaciones 25 L/s cada una que trabajarán en paralelo venciendo una altura estática de 275 m. Cada módulo de la estación de bombeo contará con una bomba de 25 L/s y 4 etapas. Además se incluye una bomba adicional stand by. La potencia de los motores será de 200 HP cada uno. Cabe recordar que el bombeo estará restringido a la época húmeda (noviembre a mayo inclusive), evitándose el mismo durante la época de estiaje (junio a octubre).

La tubería de impulsión será de acero de 150 mm – SCH80, tendrá una longitud de 2 700 m y descargará en el embalse de la quebrada Bramadero.

### ***Planta de agua potable***

La planta de tratamiento de agua potable se instalará aguas arriba del tanque de almacenamiento de agua potable. La planta tendrá un sistema de filtración y otro de cloración. La planta se encontrará en el cerro Bramadero aguas arriba del campamento. De la planta de tratamiento se distribuirá el agua a los campamentos y oficinas, a la zona del taller de equipo pesado, a la zona de la planta de procesos y hacia la garita y el tópic.



El sistema propuesto tendrá una capacidad máxima de tratamiento de 0,87 L/s en promedio. De manera preliminar y considerando valores de turbidez en casos desfavorables inferiores a 250 UT y una concentración de coliformes fecales inferior a 1 000/100mL como número más probable (NMP), se contará con los siguientes elementos: captación, cámara de reunión, cámara de bombeo, tubería de impulsión, sedimentador laminar de flujo horizontal, filtro lento de carga variable, desinfección, reservorio de almacenamiento, cámara de válvulas y protección perimetral. El Anexo S presenta una descripción más detallada de estos elementos.

La capacidad del sistema de agua potable está prevista para aproximadamente 150 personas con un consumo máximo diario de 0,5 L/s. Las redes de distribución de agua potable incluirán tuberías primarias de 6 y 4 pulgadas de diámetro y divisiones de tuberías de 1 pulgada y de ½ pulgada de diámetro para todas las conexiones locales. Las tuberías serán de PVC 40. La planta de tratamiento de agua incluye equipos totalmente automáticos que serán instalados sobre una losa de concreto.

#### ***Planta de tratamiento de agua industrial***

Esta planta estará ubicada en la zona de la planta de procesos. La planta de tratamiento de agua industrial se utilizará cuando exista exceso de agua en las soluciones utilizadas para la lixiviación. En estos casos se destruirá el cianuro y otros elementos que se encuentran en la solución, se balanceará el grado de acidez del agua y una vez que ésta tenga los niveles menores a los límites máximos permisibles de pH, cianuro, mercurio y otros elementos, se descargará en el embalse de aguas Bramadero. La Figura 4.11 muestra el diagrama de flujo para el tratamiento de agua industrial.

#### ***Tanques de almacenamiento de aguas***

Los tanques de agua industrial y de agua potable se ubicarán en el cerro Bramadero. En la zona de la planta de procesos se instalará un segundo tanque de agua industrial y un tanque exclusivo para uso de agua potable en campamentos y oficinas. Cabe mencionar que los tanques de agua industrial reservarán aproximadamente 1/3 de su capacidad para ser utilizada en los sistemas contra incendios.

#### ***Tanques de almacenamiento de combustible***

Se tiene previsto instalar dos tanques de combustible en la cima del cerro Bramadero para almacenar diesel 2 y un tanque pequeño de gasolina. El diesel 2 estará destinado al consumo de los equipos pesados y livianos del proyecto. Adicionalmente, se incluirá un pequeño tanque de almacenamiento de gasolina para consumo eventual de vehículos a gasolina.

### ***Pozas de sedimentos***

Se construirán pozas de sedimentos en la zona baja de los depósitos, tajos y estructuras principales para así estar seguros que las aguas contengan la mínima turbidez posible.

Cabe señalar que para el tajo San Pedro Sur proyectado, la cota más baja será la cota 3 342 m.s.n.m. y para el tajo Pampa Verde proyectado, la cota más baja será la cota 3 330 m.s.n.m. La profundidad de ambos tajos será de 180 m desde la superficie.

### ***Sistema de tratamiento de eventual drenaje ácido de roca (DAR)***

Si bien la zona mineralizada pertenece a la denominada zona de óxidos, existe la presencia de piritas y alunitas. Por estos motivos, se está diseñando debajo de los depósitos de desmonte pozas de captación las cuales en el caso de generación de DAR pueden ser utilizadas para bombear o distribuir estas soluciones a una planta de tratamiento. En el Anexo T se presenta la descripción y el diseño del sistema de tratamiento de eventuales drenajes ácidos de roca provenientes del tajo San Pedro Sur y del respectivo depósito de desmonte de mina. Esta planta entraría en funcionamiento a partir del segundo año de operación de la mina (cierre del tajo San Pedro Sur) el cual estaría sujeto a la generación de DAR.

### ***Sistema para el suministro de energía eléctrica***

Para el inicio de sus operaciones el Proyecto La Zanja requerirá una demanda mínima de 0,85 MW y máxima de 2,5 MW de energía eléctrica. Se utilizará energía de la Línea de Transmisión de 60 kV Guadalupe – Cajamarca, propiedad de Hidrandina, donde existe una derivación hacia la sub estación de Chilete con una potencia instalada de 7 MVA, 60/22,9/10 kV; desde esta sub estación va una línea en 22,9kV a la sub estación de San Miguel de Pallaques, de esta sub estación la empresa Consorcio Energético de Huancavelica (CONEHUA) construirá una línea de 22,9kV y una sub estación en La Zanja (22,9/10kV – 5 MVA). También se contará, para casos de emergencia, con una casa térmica de generación de energía, con 2 grupos térmicos de 1 250 Kw cada uno.

### ***Relleno de seguridad y sanitario***

El método que se utilizará para la construcción del relleno será el de fosa o trinchera. Se determinará una cantidad de 14 unidades, 4 para residuos domésticos y 10 para peligrosos. Las dimensiones serán de 50,0 x 13,0 x 3,0 m y un talud de 1H/2V y factores de seguridad de 2,6 para residuos peligrosos y de 22,0 para residuos domésticos (se ha considerado un factor de seguridad de 22,00 para los residuos domésticos, debido a un incremento futuro elevado del personal trabajador). La información detallada con respecto al relleno de seguridad y sanitario se incluye en el Anexo U del presente EIA.

El relleno de seguridad y sanitario comprende lo siguiente:

- Capas de impermeabilización
- Drenaje de lixiviados
- Sistema de captación de gases
- Canal superficial perimetral
- Captación y recolección de las aguas superficiales
- Dos pozos de vigilancia, aguas arriba y abajo del relleno
- Cerco perimétrico

***Plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas***

Se contará con 3 plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas como se describe a continuación:

- Planta de tratamiento de aguas residuales domésticas que provienen del campamento, posta médica, guardianía y áreas administrativas. Los elementos que constituirán la planta de tratamiento son los siguientes:
  - Sistema de retención de sólidos.
  - Estación de bombeo
  - Cámara de regulación
  - Tanques de aireación
  - Sedimentador
  - Bombeo de lodos de retorno tipo air lift
  - Lecho de secado de lodos
  - Cámara de desinfección
  - Las aguas residuales tratadas, clarificadas y desinfectadas serán descargadas a la quebrada Bramadero, previo control de calidad por parte de Minera La Zanja.
- Planta de tratamiento de aguas residuales domésticas que provienen de los servicios del taller de mantenimiento. El sistema contará con:
  - Un tanque séptico.
  - La disposición final de las aguas residuales será en el terreno mediante dos pozos de infiltración, previo control de calidad por parte de Minera La Zanja.

- Un lecho de secado de lodos para el manejo de los lodos extraídos del tanque séptico.
- Planta de tratamiento de aguas residuales domésticas ubicada en el área contigua a la Planta de Adsorción – Desorción (Planta de Proceso) donde se ubicarán los laboratorios y comedor. El sistema proyectado cuenta con:
  - Un tanque séptico de 8,80 m<sup>3</sup>
  - La disposición final de las aguas residuales será en el terreno mediante un filtro intermitente de arena de 120 m<sup>2</sup> de superficie, previo control de calidad por parte de Minera La Zanja.
  - El efluente del filtro será descargado aguas abajo, previo control de calidad por parte de Minera La Zanja, en el terreno mediante un sistema de irrigación del tipo: i) Absorción e ii) Inundación.
  - El área de riego por absorción estará conformada por tres ramales de zanja con tuberías perforadas protegidas con material filtrante.
  - El sistema de riego por inundación consistirá en descargar el efluente restante tratado a una pequeña quebrada seca, existente en el área.
  - Un lecho de secado de lodos para el manejo de los lodos extraídos del tanque séptico.

La información detallada sobre las plantas de tratamiento se ha incluido en el Anexo V del presente EIA.

### ***Servicentro***

El servicentro se ubicará en la base del cerro Bramadero, debajo de los tanques de almacenamiento. El servicentro proveerá de combustible al proyecto. Se tendrá surtidores convencionales y un surtidor rápido para abastecer al camión cisterna que proveerá de combustible a la maquinaria pesada de mina.

### ***Vías internas***

Las vías internas serán de tres tipos: caminos, caminos de acarreo (haul roads) y caminos auxiliares. Los caminos tendrán una longitud de 13,5 km, y un ancho total de 10 m. Los caminos tendrán una pendiente máxima de 10%.

Los caminos de acarreo o haul roads serán carreteras con un ancho total máximo de 25 m que incluyen la plataforma de rodadura, la berma de seguridad y las cunetas. Se estima construir 1,9 km en San Pedro Sur, 1,5 km en Pampa Verde y 9,5 km de Pampa Verde a la plataforma de lixiviación de San Pedro Sur.

Los caminos auxiliares serán construidos como servicio de las líneas de alta tensión, fibra óptica y líneas de agua entre las oficinas principales y la planta de procesos. El ancho de construcción de estos caminos será de 7 m y la longitud de 1,4 km.

El actual camino de acceso al área del proyecto se mantendrá y seguirá siendo utilizado como acceso.

Las labores de construcción para el nuevo trazo del camino de acceso comprenden el despeje y nivelación del terreno, la construcción de la plataforma del camino y la carpeta de rodadura así como la instalación de las señales y dispositivos de tránsito requeridos para un camino de este tipo.

### **Canteras**

Se han identificado cinco canteras, dos de ellas para material de préstamo (roca) y las tres restantes para arcilla. Las canteras de material de préstamo son Alcaparrosa, ubicada a 3 km de distancia del proyecto y Cocán, que está al este de la planta de procesos. Dichas canteras tienen los materiales necesarios y en cantidad suficiente para abastecer la construcción de la plataforma de lixiviación y las edificaciones que se realicen en el proyecto. Las canteras para abastecer de arcilla son Pisit, Alcaparrosa Oeste y Alcaparrosa Este (Anexo W).

Durante la investigación geotécnica del Proyecto La Zanja (Knight Piésold, 2004a), se caracterizaron las canteras Alcaparrosa, Pisit y Cocán, habiéndose tomado muestras representativas, realizado ensayos de laboratorio y cuantificado la capacidad de las canteras de acuerdo con el tipo de material.

Se hizo un total de 59 calicatas en las tres canteras antes mencionadas y los ensayos de laboratorio incluyeron 18 ensayos de propiedades índice (análisis granulométrico por tamizado y límites de Atterberg) y 6 ensayos de relación humedad-densidad (ensayo Proctor estándar – ASTM D698).

Se han estimado los volúmenes que pueden explotarse para obtener materiales de revestimiento de suelo (soil liner), capa de protección (protective layer), agregado para drenaje (drainage layer) y enrocado (riprap), habiéndose determinado que en las canteras Alcaparrosa, Pisit y Cocán existen volúmenes suficientes de estos materiales para la construcción de la primera etapa de la plataforma de lixiviación San Pedro Sur y estructuras conexas.

#### **4.1.2 Mano de obra**

En la etapa de construcción del proyecto, cuya duración se estima en 14 meses, se dará empleo directo, en el pico de la etapa de construcción, a aproximadamente 600 a 800 trabajadores. Se tendrá preferencia por el personal local, siempre que este esté calificado para las labores requeridas. Para aquellas obras que signifiquen mayor tecnificación, se contratarán empresas especializadas. En el período de mayor desarrollo del trabajo, la mano de obra alcanzará un máximo estimado de aproximadamente 800 trabajadores, incluyendo a los contratistas y operadores de equipos de construcción.

Minera La Zanja implementará un reglamento de contratistas para regular el comportamiento del personal en términos de orden, higiene, seguridad y medio ambiente durante la etapa de construcción del proyecto. Igualmente desarrollará actividades de capacitación permanente para motivar y moderar el comportamiento del personal en el área de trabajo.

Se ha previsto el desarrollo de un campamento en el área de la mina. En el área del proyecto se construirán instalaciones provisionarias para el personal que demande el proyecto durante la construcción, como baños, comedores y oficinas.

#### **4.1.3 Suministros**

##### **4.1.3.1 Suministro de agua**

###### **Agua potable**

La demanda total de agua potable en la etapa de construcción se ha estimado en un promedio de aproximadamente 8,4 m<sup>3</sup>/d, considerando una dotación de 600 a 800 trabajadores (promedio - máximo) y un consumo medio de aproximadamente 12 L/d por cada trabajador. Para satisfacer este requerimiento durante la etapa de construcción, se utilizarán las instalaciones de suministro existentes junto con agua potable embotellada. Durante la etapa de construcción también podrá ser utilizada la nueva planta de agua potable, descrita en la sección anterior.

### ***Agua para actividades de construcción***

El agua de las actividades de construcción incluye el agua requerida para la confección de hormigones, agua contra incendio y riego de caminos, entre otros. Esta agua se obtendrá de los sistemas de abastecimiento provenientes de la pampa Del Bramadero.

#### ***4.1.3.2 Suministro de energía***

Durante la etapa de construcción, la energía eléctrica será abastecida a través de grupos electrógenos. Se estima que se contará con instalaciones adecuadas para suministrar una potencia de hasta 2,5 MW.

#### ***4.1.3.3 Suministro de combustible***

El consumo promedio de combustible durante la etapa de construcción corresponderá principalmente a la maquinaria pesada que se utilizará en las labores de movimiento de tierra. El combustible será almacenado en un área ubicada sobre el cerro Bramadero. Se habilitarán 2 tanques, uno para diesel 2 y otro para gasolina. Estos contarán con las medidas de seguridad apropiadas para prevenir accidentes y minimizar los efectos de eventuales derrames, como la instalación de los mismos sobre una superficie impermeable, la que estará rodeada por una berma de contención capaz de contener el 110% del volumen del tanque.

#### ***4.1.3.4 Otros insumos***

Otros insumos utilizados durante la construcción corresponderán a concreto u hormigón, acero, madera y explosivos para voladuras de retiro de sobrecarga y construcción.

El consumo estimado de estos materiales, para el proyecto, es el siguiente:

▪ concreto simple para pisos y edificios:	3 010 m <sup>3</sup>
▪ concreto armado para pisos y edificios:	2 210 m <sup>3</sup>
▪ acero corrugado para concreto armado	76 TM
▪ acero para estructuras, tanques, otros:	680 TM

Para abastecer de concreto a las labores de construcción se instalará una planta de producción portátil en el sector de la planta de proceso. Esta planta utilizará agregados extraídos desde canteras ubicadas en Alcaparrosa y Cocán. Los explosivos que se utilicen en las canteras tendrán las autorizaciones respectivas y serán utilizados adoptando las medidas de seguridad anteriormente descritas.

#### **4.1.4 Transporte y equipos**

Durante la etapa de construcción se incorporará el transporte de personal de contratistas, materiales de construcción, estructuras y equipos, combustibles y alimentación. Este transporte utilizará la vía de acceso existente en el área de las operaciones.

Se estima preliminarmente que en la etapa máxima de construcción se tendrán 8 tractores sobre orugas, 8 excavadoras, 6 motoniveladoras, 6 cargadores frontales, 80 camiones con tolvas de 15 – 20 m<sup>3</sup>, 10 compactadoras de 10-12 TM, 6 camiones cisternas, 10 camiones de servicio, 8 omnibuses, 10 microbuses, 60 camionetas, 4 grúas y 3 montacargas.

Adicionalmente, el abastecimiento de materiales que llegará al proyecto será de 15 camiones de 30 TM por día como promedio.

#### **4.1.5 Residuos, efluentes y emisiones de la construcción**

Los residuos, efluentes y emisiones que se espera se generen durante la etapa de construcción del proyecto corresponden a:

- Residuos sólidos domésticos
- Residuos sólidos de construcción
- Residuos peligrosos
- Aceites y lubricantes usados
- Aguas residuales domésticas
- Material particulado y gases
- Ruido y vibración

#### ***Residuos sólidos domésticos***

Estos residuos consistirán básicamente en restos de comida, envases y envoltorios de comidas, papeles, desechos de artículos de aseo personal, entre otros. La cantidad de residuos sólidos domésticos generados durante la construcción será variable y dependerá principalmente del número de trabajadores presentes en determinado momento. Considerando una tasa promedio de generación de 0,5 kg/persona/día y un promedio de 700 personas trabajando en esta etapa, se estima que se generarán aproximadamente 10,5 TM/mes de residuos domésticos en el área del proyecto.



### ***Residuos sólidos de construcción***

Los residuos sólidos de construcción (inertes) se generarán en las diferentes áreas del proyecto y consistirán básicamente en escombros, chatarra, embalajes, despuntes metálicos, rejillas o plataformas de madera, entre otros.

### ***Residuos peligrosos***

Los residuos peligrosos corresponden a materiales que presenten una o más de las siguientes características: corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable y patogénico.

### ***Aguas residuales domésticas***

La cantidad de aguas residuales domésticas generadas durante la construcción será variable, y dependerá principalmente del número de trabajadores presentes en la obra. Se estima que se generarán alrededor de 24,5 m<sup>3</sup>/día de aguas servidas como promedio (0,035 m<sup>3</sup>/día por persona).

### ***Material particulado y gases***

Durante la etapa de construcción del proyecto se generarán emisiones de material particulado debido a excavaciones y movimientos de tierra, labores de construcción en general y tránsito de vehículos por caminos de tierra. Asimismo, se generarán emisiones de gases de combustión debido principalmente al funcionamiento del equipo de transporte. Los gases podrían incluir monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>).

### ***Ruido y vibración***

En la etapa de construcción del proyecto se generarán emisiones de ruido y vibración debido al funcionamiento de maquinaria pesada, a las voladuras, a las actividades de construcción en general y al flujo vehicular adicional. En la mina, los operadores utilizarán elementos de seguridad para contrarrestar los problemas ocasionados por el ruido.

## ***4.2 Descripción de la etapa de operación***

La etapa de operación del proyecto considera el movimiento de materiales (mineral y desmonte) producto de las actividades mineras en los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde, el tratamiento de mineral mediante lixiviación en pilas y el procesamiento en la planta ADR.

### ***4.2.1 Actividades de la operación***

El proyecto considera las siguientes actividades durante la operación:

- Extracción del mineral
- Disposición del desmonte de mina
- Lixiviación del mineral
- Procesamiento de la solución
- Fundición

La Figura 4.12 presenta un diagrama de flujo general del procesamiento de mineral del proyecto. A continuación se describe cada una de las actividades antes mencionadas, involucradas en la etapa de operación del proyecto.

#### **4.2.1.1 Extracción del mineral**

Minera La Zanja ha planificado extraer los recursos minables del tajo San Pedro Sur, 9,3 millones de TM de mineral, los que se explotarán a un ritmo promedio aproximado de 15 000 TPD. El desmonte o material estéril previsto es del orden de 5,9 MTM. El tajo San Pedro Sur tendrá una dimensión aproximada de 500 m x 350 m con una profundidad de 180 m (cota 3 342 m.s.n.m.). El área del tajo final será de 14 ha. La altura de los bancos será de 6 m, con bermas cada 2 bancos. El ángulo de los bancos será de 65° y el ángulo interrampa de 45°.

El tajo Pampa Verde entrará en producción una vez que se agote el mineral en San Pedro Sur. El tonelaje total de mineral a extraer en Pampa Verde es de 8,0 MTM y el desmonte o material estéril es de 7,7 MTM. Se prevé que este tajo tendrá una dimensión aproximada de 700 m x 200 m con una profundidad de 180 m (cota 3 330 m.s.n.m.). El área del tajo final será de 15 ha. La altura de los bancos será de 6 m, con bermas cada 2 bancos. El ángulo de los bancos es de 65° y el ángulo interrampa de 45°.

La operación de los tajos abiertos se iniciará con la perforación de los taladros a fin de cargar los explosivos y proceder a la voladura. De esta forma se desprenderá la roca mineralizada y el desmonte. La roca removida con la voladura será retirada mediante cargador frontal o retro excavadora. El material será cargado directamente desde el frente de trabajo a volquetes de 50 m<sup>3</sup> de capacidad que transportarán el material a los depósitos o a la plataforma de lixiviación, según se trate de desmonte o mineral.

Sobre la base de la información hidrológica e hidrogeológica recolectada por Water Management Consultants, se ha previsto evacuar un máximo de 4 L/s de agua subterránea del tajo San Pedro Sur y ningún flujo del tajo Pampa Verde, ya que no se interceptaría el acuífero subterráneo en este último. En el tajo San Pedro Sur se bombearán las aguas superficiales y subterráneas del tajo a una poza de sedimentación en la parte superior externa del tajo y de

dicha poza se llevará el agua a una planta de tratamiento de agua de 4 L/s de capacidad. Las aguas tratadas se enviarán a la plataforma de lixiviación.

En el caso de Pampa Verde, las aguas superficiales se bombearán a una poza de sedimentación que se localizará en la parte superior externa del tajo, luego por gravedad se enviará a una planta de tratamiento que se instalará junto al depósito de Pampa Verde. Dicha planta tendrá una capacidad de tratamiento de 2 L/s.

#### **4.2.1.2 Disposición del desmonte de mina**

El desarrollo del proyecto requerirá disponer de aproximadamente 13,7 MTM de desmonte proveniente de los tajos durante el período que dure la producción de la mina, a una razón de desmonte a mineral de aproximadamente 0,67 y 0,93 en los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde respectivamente. Este desmonte se acumulará en el área de los depósitos de San Pedro Sur y Pampa Verde (Figura 4.2). Los depósitos de desmonte se construirán utilizando el método clásico de volteo de la tolva de camiones y tendrán una o más rutas de acceso para dichos camiones. Adicionalmente, habrá una distribución del material mediante el uso de tractores de orugas con topadoras.

El desmonte que se dispondrá en los depósitos, tiene características de potencial generador de DAR, de acuerdo con las pruebas estáticas realizadas, por lo que se le encapsulará. En el caso de San Pedro Sur del total de 6,1 MTM de desmonte, 5,3 millones de toneladas son de tipo óxido y el restante es *potencialmente generador de aguas ácidas* (PGA), esto significa que sólo el 13,4% del desmonte es del tipo PGA por lo que se prevé que se podrá encapsular completamente. Para el caso de Pampa Verde, sólo el 6,6% del total de 7,6 MTM de desmonte es del tipo PGA por lo que también será encapsulado, evitándose la generación de DAR. La Figura 4.2 presenta la configuración de la mina y los depósitos de desmonte al final de la vida útil del proyecto.

#### **4.2.1.3 Lixiviación del mineral**

El carguío de la plataforma se realizará en capas de 10 m de altura con excepción de la primera capa, la cual se cargará en dos etapas. En la primera etapa la capa de mineral tendrá 2 m de altura con mineral de una gradación más fina para evitar el impacto y daño de la geomembrana, que igualmente estará protegida por la capa de protección de 350 mm de espesor. En la segunda etapa se cargarán los 8 m restantes de mineral.

La plataforma tendrá una altura máxima de 70 m medidos desde el pie de talud de la pila y se construirá de tal manera que el talud general en cualquier dirección tendrá una pendiente de 2,5H:1V con bermas de retiro de 6 m de ancho.

El mineral será llevado del tajo hacia la plataforma mediante camiones y será descargado en forma directa. Luego de descargado, se le rociará lechada de cal, la cual será aplicada con la finalidad de mantener la pila con un pH por encima de 9,5 para favorecer la lixiviación con solución de cianuro de sodio en forma segura.

El mineral a ser tratado en la pila de lixiviación, será transportado tal como sale de la mina, sin pasar por un proceso de trituración previo. La acumulación de carga de mineral fresco en la plataforma, será efectuada en secciones correspondientes a los tiempos de ciclos de lixiviación y a las tasas de aplicación de solución lixivante. Después de completar un área de lixiviación, se aflojará la parte superior de la pila desgarrando la superficie con el vástago de un tractor hasta llegar a la profundidad necesaria o se podrá emplear una excavadora para batir el material, a fin de quebrar la compactación superficial y mejorar la circulación de fluido del proceso de percolación. Sobre la superficie preparada de esa manera, se instalarán los tubos del sistema de irrigación para la aplicación de la solución lixivante.

En el proceso de lixiviación sobre la superficie de la pila se aplicará una solución estéril de cianuro de sodio con concentraciones diluidas (50 mg/L aproximadamente), mediante irrigación por goteo. Las tasas de aplicación variarán según el tipo de mena y las curvas de recuperación de lixiviación, según diseño para promedios de 10 L/h/m<sup>2</sup>. La solución del proceso de lixiviación se infiltrará a través de la pila, disolviendo los contenidos de oro y plata para luego fluir al sistema de los tubos de drenaje de la plataforma de lixiviación hasta el punto de salida, situado en el lugar más bajo de la plataforma, en la esquina sureste de la misma, punto desde el cual fluirá al estanque de solución rica.

El plan de carguío de la plataforma se presenta en la Tabla 4.2, en donde se muestra, en función de las fechas (trimestres) correspondientes, los siguientes datos:

- Tonelaje de mineral cargado trimestralmente
- Estimación de cantidad de oro y plata

La Tabla 4.3 presenta el plan de carguío de la plataforma de lixiviación en forma mensual.

#### **4.2.1.4 Procesamiento de la solución**

La solución rica, conteniendo oro y plata, se bombeará de la poza de solución rica en forma continua a través de dos trenes de 5 columnas de carbón activado cada uno. El flujo de la solución pasará a contracorriente a través del carbón activado que adsorberá el oro y la plata de los complejos de cianuro. Periódicamente se retirará el carbón activado y se enviará al circuito de lavado ácido. El carbón cargado con oro y plata será transportado hacia las torres de desorción en un circuito cerrado que trabaja con celdas electrolíticas donde se recuperan los contenidos de oro y plata como precipitado electrolítico, el cual pasará al horno de secado para luego ser fundido y producir barras de doré (oro y plata). El carbón regenerado, del cual han sido retirados los contenidos de oro y plata, será retornado a las columnas de carbón de adsorción para continuar con el proceso de recuperación de metales preciosos.

La solución estéril saliente del circuito de adsorción pasará por un tamiz de seguridad con el objeto de filtrar los finos del carbón residual y finalmente seguir hacia el tanque de retención de solución estéril. Se dosificará el cianuro de sodio a fin de obtener la concentración adecuada para el proceso de lixiviación y la solución así preparada será luego bombeada y distribuida en la parte superior de la pila de lixiviación de mineral, repitiéndose el proceso en forma cíclica para optimizar el uso de los recursos e insumos (Figura 4.12). Los reactivos que serán utilizados en el circuito de lixiviación y en la planta ADR se presentan en la Tabla 4.4.

#### **4.2.1.5 Fundición**

Después de obtener los precipitados de las celdas electrolíticas, éstos van a un horno de retorta que opera durante 12 horas a 700°C. En caso que se presente mercurio en el proceso, la finalidad de la retorta es recuperarlo por evaporación y condensación. Los gases que produce este horno son impulsados con un ventilador de alta velocidad hacia una columna de carbón especial para atrapar cualquier traza de mercurio, de esta manera los gases salen de este horno de retorta libres de mercurio (Buenaventura Ingenieros S.A., 2004).

El sólido que queda del horno de retorta y que está libre de mercurio será mezclado con fundentes (reactivos especiales para la fundición del oro) para fundirlo en un horno basculante a aproximadamente 1 200°C por un período de 2 horas, luego del cual se obtienen las barras de doré. Se estima que el doré tendrá una ley de 45% de oro.

En caso que se obtenga mercurio como subproducto de la fundición, éste será embotellado y sellado en frascos metálicos, los que a su vez serán almacenados en un recipiente metálico de seguridad hasta el momento de realizar su transporte fuera de la mina. El manejo y transporte del mercurio está contemplado dentro de los planes de contingencia del proyecto.

Al ritmo de explotación de 15 000 TPD, la producción de oro y plata doré se estima que será de aproximadamente 100 000 y 200 000 onzas al año respectivamente. La Tabla 4.1 presenta el detalle de la producción. El Gráfico 4.3 presenta el balance de masas del proceso. La Figura 4.12 muestra el diagrama de flujo del proceso metalúrgico.

Los detalles de los equipos utilizados en la etapa de operación se presentan en el Anexo X.

## **4.2.2 Mano de obra**

Durante la etapa de operación del proyecto se espera emplear aproximadamente entre 150 y 200 personas que cubrirán los niveles especificados en la Tabla 4.5.

## **4.2.3 Suministros**

### **4.2.3.1 Suministro de agua**

Para la operación del proyecto los requerimientos de agua serán de aproximadamente 28,9 L/s. Para ello, se construirá un sistema de abastecimiento de agua que consistirá en embalsar y regular los caudales de la quebrada Bramadero y una obra de toma en el río Pisit con una estación de bombeo que conducirá las aguas al embalse de la quebrada Bramadero (Figura 4.13). La estación de bombeo en el río Pisit tendrá una capacidad máxima de 50 L/s y bombeará sólo durante la época de lluvias a la presa de almacenamiento de agua de 331,000 m<sup>3</sup> con ampliación a 1 000 000 m<sup>3</sup> de capacidad, suficiente para abastecer la demanda de agua fresca del proceso en los meses secos.

La Tabla 4.6 presenta el consumo total de agua fresca estimado durante la etapa de operación.

### **Agua potable**

Una parte del agua fresca (4 L/s) será derivada para uso como agua potable. El agua será tratada en la nueva planta de tratamiento y cumplirá con los estándares de agua potable del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) antes de su distribución hacia los diversos puntos de consumo en la mina, como cocinas, baños, entre otros.

### **Agua industrial**

La mayor parte del agua de proceso será agua reciclada proveniente de los circuitos de la planta y de las pozas que reciben el agua de los tajos y depósitos de desmonte y sólo se utilizará agua proveniente del sistema embalse-bombeo para complementar el sistema de agua de proceso. La demanda de agua adicional (make up water) que requerirá el proyecto se ha estimado en 28,9 L/s, la cual provendrá del sistema embalse-bombeo. De esta cantidad de

agua adicional 18,9 L/s servirán para reponer las pérdidas durante el proceso y 10 L/s serán destinadas a satisfacer los requerimientos de las áreas de mina y de servicios. De acuerdo con la Tabla 4.7, la planta de procesamiento requiere de 17 L/s (con un factor de seguridad del 20%) destinados a satisfacer el consumo de agua en:

- Preparación de la lechada de cal
- Procesamiento del mineral
- Riego del mineral,
- Evaporación desde las pozas
- Lavado ácido del carbón.

### ***Balance de aguas del proyecto***

Las Figuras 4.14 y 4.15 muestran un diagrama general a escala anual del balance de aguas de la mina para un año normal y un año seco con período de retorno de 10 años respectivamente. Las estructuras que muestran estos diagramas son:

- Bombeo desde el río Pisit.
- Embalse de agua en la quebrada Bramadero con capacidad de 331,000 m<sup>3</sup> con ampliación a 1 000 000 m<sup>3</sup>
- Pila de lixiviación.
- Poza de soluciones (80 000 m<sup>3</sup>).
- Poza de tormentas (160 000 m<sup>3</sup>).

El Embalse Bramadero recibe los siguientes aportes:

- Bombeo desde el río Pisit.
- Caudales de la quebrada Bramadero.

La pila de lixiviación recibe:

- Caudales del embalse Bramadero.
- Desagüe del tajo San Pedro Sur.
- Agua subterránea proveniente del abatimiento de la napa freática en el tajo San Pedro Sur.
- Caudales de drenaje del depósito del tajo San Pedro Sur.

Las salidas del Embalse Bramadero son:

- Agua para la pila de lixiviación.
- Agua para la mina y servicios.
- Pérdidas por evaporación.
- Caudal mínimo aguas debajo de 20 L/s.

La pila de lixiviación forma un circuito cerrado con la poza de soluciones, recirculándose 312,1 L/s, con una pérdida de 18,9 L/s que es compensada con las descargas que entran a la pila de lixiviación. Durante tormentas, los excesos de agua de la pila de lixiviación son conducidos a la poza de tormentas.

La Figura 4.14 muestra que para un año normal existe un déficit del recurso de la quebrada Bramadero y se requiere bombeo desde el río Pisit equivalente un caudal anual de 2,9 L/s ó 5 L/s durante los 7 meses programados de bombeo (noviembre a mayo).

La Figura 4.15 muestra que para un año seco con período de retorno de 10 años y asumiendo un bombeo desde el Río Pisit equivalente a un caudal anual de 11.7 L/s o 20 L/s durante los 7 meses programados de bombeo, existe un déficit en el sistema de abastecimiento de agua el cual es suplido por el almacenamiento del embalse de la quebrada Bramadero.

#### **4.2.3.2 Suministro de energía**

La energía eléctrica requerida para la operación del proyecto está entre 0,85 MW y 2,5 MW, la misma que será suministrada por la empresa CONEHUA a través de una línea de transmisión de 22,9 kV que se construirá desde la Subestación de San Miguel de Pallaques – La Zanja, con una sub estación de llegada al Proyecto La Zanja de 22,9/10 kV – 5 MVA.

#### **4.2.3.3 Suministro de combustible**

Los requerimientos de combustible para las operaciones del proyecto se calculan en aproximadamente 204 000 galones/mes de gasolina y diesel y el almacenamiento de dicho combustible se hará en tanques adecuados para ello. La Tabla 4.8 presenta el detalle del consumo de combustible por equipo a ser utilizado durante la etapa operación.

#### **4.2.3.4 Insumos de proceso**

Las actividades de procesamiento del mineral demandarán el uso de diferentes insumos. La Tabla 4.4 presenta una estimación del consumo mensual de los principales insumos que se utilizarán.



#### **4.2.4 Transporte**

Durante la etapa de operación, el transporte desde la mina hacia la plataforma de lixiviación y hacia los depósitos de desmonte se realizará con camiones provistos con tolvas de 50 m<sup>3</sup> de capacidad en horarios diurno y nocturno.

En los años 1 y 2 y parte del año 3 de producción, se transportará el mineral desde el tajo de San Pedro Sur hacia la plataforma de lixiviación y el desmonte será transportado hacia el depósito de San Pedro Sur. Las distancias de acarreo para el mineral varían entre 1,3 a 3,3 km, y para el desmonte de 1,3 a 3,1 km.

Entre los años 3 y 4 de producción se transportará el mineral desde el tajo Pampa Verde hacia la plataforma de lixiviación en San Pedro Sur y el desmonte será transportado hacia el depósito de Pampa Verde. Las distancias de acarreo de mineral varían entre 6,0 a 6,5 km para el mineral y 1,2 a 1,8 km para el desmonte. Los caminos de acarreo tendrán un ancho de construcción de 25 m.

El número de camiones con tolvas de 50 m<sup>3</sup> variará entre 4 para el año 1 y 10 para el año 4. Además de los camiones de acarreo, en los se usarán otros equipos como son 2 cargadores frontales o excavadoras, 2 perforadoras rotativas y 3 tractores sobre orugas.

Para el servicio de la mina, se utilizarán 2 motoniveladoras, 3 camiones cisterna, 1 camión abastecedor de combustible, 1 camión de servicio mecánico, 2 camiones de almacenes (uno del proyecto y uno del contratista minero) y 2 camiones de servicios generales.

Durante la etapa de operación, se estima que diariamente llegarán al proyecto 8 camiones de 30 TM. Asimismo, se estima que para el transporte del personal durante las operaciones se emplearán 3 omnibuses, 3 microbuses y 30 camionetas.

#### **4.2.5 Residuos, efluentes y emisiones de la operación**

Se estima que durante la etapa de operación del proyecto se generarán los siguientes residuos, efluentes y emisiones:

- Residuos sólidos domésticos
- Residuos sólidos industriales inertes
- Residuos peligrosos
- Agua de lavado de talleres de mantenimiento
- Aceites y lubricantes usados

- Aguas residuales domésticas
- Emisiones de material particulado y gases
- Ruido y vibraciones

### ***Residuos sólidos domésticos***

La operación del proyecto implicará una tasa de generación de residuos sólidos domésticos de alrededor de 2,6 TM/mes (considerando una tasa de generación de 0,5 kg/persona/día y 175 empleados como promedio). Los residuos sólidos domésticos consisten básicamente en restos de comida, envases y envoltorios de comidas, papeles, entre otros.

### ***Residuos sólidos industriales inertes***

Estos residuos corresponderán a cartones, madera, escombros, pallets, gomas, chatarra, entre otros.

### ***Residuos peligrosos***

La operación del proyecto implicará la generación de ciertos residuos peligrosos. Estos residuos son los que presentan una o más de las siguientes características: corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable y patogénico. Consisten básicamente en envases de solventes y grasas, baterías, pilas, entre otros.

### ***Agua de lavado de talleres de mantenimiento***

Producto de las actividades de mantenimiento de vehículos y maquinarias que se realizarán en los talleres de mantenimiento del proyecto, se generarán efluentes con contenido de aceites y grasas.

### ***Aceites y lubricantes usados***

Las actividades de mantenimiento a desarrollarse en los talleres, implicará la generación de aceites y lubricantes usados. Se estima que producto de los nuevos equipos requeridos para la operación del proyecto, se generarán aproximadamente 60 m<sup>3</sup>/mes.

### ***Aguas residuales domésticas***

La operación del proyecto implicará la generación de aguas residuales domésticas en un volumen aproximado de 6 m<sup>3</sup>/d (considerando una tasa de generación de 35 L/persona/día y 175 empleados como promedio).

### ***Emisiones de material particulado y gases***

En el área del proyecto las emisiones de material particulado aumentarán debido a las voladuras, la carga y descarga de camiones con mineral y desmonte, las operaciones de transferencia de mineral, la circulación de camiones mineros en las áreas de operación y caminos de servicio (de tierra) y debido a la erosión eólica de las superficies activas en los depósitos de desmonte y en la mina.

Respecto a la emisión de gases, los camiones mineros y la maquinaria pesada que operan en el sector de los tajos y los depósitos, así como los vehículos de transporte desde y hacia la obra, generarán emisiones de gases de combustión, principalmente monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>).

Adicionalmente, se producirán gases durante las actividades de fundición y los eventos de voladura (una vez al día y por un lapso breve), la cantidad de este último dependerá de la magnitud de la voladura.

### ***Ruido y vibraciones***

Las principales fuentes de ruido de la operación del proyecto la constituirán las voladuras, así como la maquinaria de operación: perforadoras, cargadoras, excavadoras y el tránsito de los camiones mineros. Se prevé que los niveles típicos de ruido emitido por las fuentes fijas del proyecto no generarán niveles superiores a 50 dB(A) a distancias iguales o superiores a 1,8 km. Este nivel disminuye exponencialmente con la distancia. Los camiones mineros, al transitar, constituyen fuentes continuas y móviles de emisión de ruido. Otras fuentes de ruido asociadas a las operaciones y procesos incluyen a los compresores, bombas hidráulicas y fajas transportadoras.

En cuanto a las vibraciones, la principal fuente serán las voladuras en los tajos. En general, esta actividad provoca una vibración del terreno que se propaga por 1 ó 2 km, hasta disiparse. En este caso, en un radio de varios kilómetros alrededor del proyecto no existen viviendas expuestas a tales vibraciones. Las demás vibraciones de la operación, como las ocasionadas por el funcionamiento de los equipos, son menores.

## ***5.0 Identificación y Evaluación de Impactos Potenciales***

---

En el presente capítulo se identifican y evalúan los impactos de las actividades contempladas en el proyecto sobre los componentes físicos, biológicos, de interés humano y socioeconómico considerados en el estudio de línea base. En este capítulo se evalúan los impactos residuales, es decir aquellos que podrían producirse luego de la implementación de las medidas de prevención y mitigación consideradas por Minera La Zanja para las etapas de construcción, operación, cierre y post cierre del proyecto.

Knight Piésold ha desarrollado el análisis de impactos ambientales; sin embargo, aquellos relacionados con la calidad y volumen de las aguas superficiales y subterráneas han sido identificados y evaluados por Water Management Consultants a través de los resultados obtenidos del balance de aguas del área de estudios. Los impactos socioeconómicos relacionados al proyecto han sido identificados y evaluados por Golder Associates mediante la metodología de preguntas claves y el diagrama de enlaces. Los trabajos de ambas consultoras se presentan en los Anexos H-3 y N, respectivamente. A continuación se presenta la metodología empleada por Knight Piésold para la identificación y evaluación de impactos, así como los resultados obtenidos.

### ***5.1 Metodología de evaluación rápida del impacto ambiental - RIAM***

#### ***5.1.1 Lista de verificación y aplicación***

El primer paso para la evaluación de impactos es identificar los efectos previsible, asociados a las actividades correspondientes a las diversas etapas del proyecto sobre los componentes descritos en la línea base. La identificación de los impactos previsible o posibles riesgos para cada componente específico, ha requerido la elaboración de una matriz de doble entrada para las etapas de construcción, operación y cierre del proyecto (Tablas 5.1 a 5.3). Así, por ejemplo, la matriz correspondiente a la etapa de construcción tiene en una de sus entradas a los diversos componentes ambientales y en la otra entrada se mencionan las actividades asociadas a la etapa de construcción. De esta manera, el cuerpo de la matriz está constituido por una serie de celdas que permiten apreciar los efectos causados por la construcción sobre un componente ambiental determinado. Esta es la metodología seguida también para las etapas de operación, cierre y post cierre; las matrices correspondientes son similares, con la diferencia que en la entrada figuran las actividades inherentes a cada etapa del proyecto.

Cada una de las celdas que vinculan a cada actividad con cada componente ambiental y constituyen el cuerpo de la matriz, contiene una “X” cuando se prevé un impacto de la actividad sobre el componente ambiental; cuando se prevé que la actividad sólo representa un “riesgo” (posibilidad de que se produzca un impacto) sobre el componente, la celda contiene

una “R” y finalmente cuando no se prevé ningún impacto o riesgo por parte de la actividad hacia el componente ambiental, la celda se presenta con “0”.

Debido a que Water Management Consultants y Golder utilizaron otras metodologías distintas a RIAM, los componentes físicos agua superficial y agua subterránea, así como los componentes socioeconómicos no han sido incluidos entre los componentes mencionados líneas abajo; sin embargo, una descripción de las metodologías de Water Management Consultants y Golder se incluyen en las secciones 5.4.5, 5.4.6 y 5.6 del presente EIA.

Los componentes considerados en el análisis de los impactos son los siguientes:

***Componentes del ambiente físico***

- Relieve
- Aire
- Ruidos y vibraciones
- Suelos

***Componentes del ambiente biológico***

- Flora y vegetación de pajonal, roquedal, bofedal y matorral
- Flora y vegetación de bosque de neblina
- Fauna silvestre de pajonal, roquedal, bofedal y matorral
- Fauna silvestre de bosque de neblina
- Vida acuática

***Componentes del ambiente de interés humano***

- Paisaje
- Restos arqueológicos

Las actividades consideradas en el análisis de los impactos son las siguientes:

***Construcción***

- Preparación de áreas de acumulación de suelo orgánico y disposición del mismo
- Preparación de los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde
- Construcción del depósito de desmonte de construcción y disposición del mismo
- Construcción de los depósitos de desmonte de mina San Pedro Sur y Pampa Verde
- Construcción de la plataforma de lixiviación
- Construcción de la planta de procesamiento

- Construcción de las instalaciones auxiliares
- Construcción de las obras de abastecimiento de agua fresca (toma, estación de bombeo, tubería y presas)
- Extracción de material de préstamo (canteras)
- Tránsito de vehículos (insumos, equipos y personal)
- Habilitación de vías de acceso internas

### ***Operación***

- Extracción de mineral de los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde
- Carguío y transporte de material hacia la plataforma de lixiviación y los depósitos de desmonte de mina
- Disposición del mineral en la plataforma de lixiviación
- Disposición del desmonte de mina en los depósitos de San Pedro Sur y Pampa Verde
- Lixiviación del mineral
- Operación de la planta de procesamiento
- Operación de las instalaciones auxiliares
- Operación del sistema de abastecimiento de agua fresca
- Tránsito de vehículos (insumos, equipos y personal)

### ***Cierre y post cierre***

- Cierre de los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde
- Lavado, perfilado y revegetación de la pila de lixiviación
- Estabilización física, química y revegetación de los depósitos de desmonte de mina
- Desmantelamiento de la planta de procesamiento
- Desmantelamiento de las instalaciones auxiliares
- Cierre de canteras
- Escarificación y nivelación de la superficie de los accesos internos
- Cobertura con suelo orgánico y revegetación de las áreas perturbadas
- Tránsito de vehículos para transporte de material y personas para actividades de cierre

#### ***5.1.2 Evaluación de impactos***

Ordenadas las actividades a ser desarrolladas y los componentes ambientales involucrados, a través de la matriz de verificación, se aplica el método de Evaluación Rápida del Impacto Ambiental, RIAM por sus siglas en inglés, (Tablas 5.4 a 5.6) herramienta que permite organizar, analizar y presentar en forma integrada los resultados de la evaluación de impactos. La metodología RIAM integra los impactos de las actividades del proyecto sobre los componentes físicos, biológicos, de interés humano o cultural y socioeconómico.

Para cada componente se determina un valor, el cual es una medida cuantitativa del impacto esperado para este componente. Estos valores permiten establecer un sistema de puntajes, de este modo los juicios subjetivos se traducen en valores o registros de la matriz; se obtiene así una evaluación de la significancia de los impactos, la cual podría ser reevaluada en el futuro.

### **5.1.3 Variables consideradas para la evaluación de impactos**

A continuación se mencionan las variables consideradas para la evaluación de los impactos ambientales y sociales y se presenta una definición de las mismas.

#### ***Importancia de la condición (A1)***

Expresa el grado de importancia de un determinado componente en relación con su entorno, representada en función a los límites espaciales o de interés humano. La calificación de esta relevancia está determinada cuantitativamente en un rango de valores donde la mínima puntuación es 0 y la máxima puntuación es 4. La condición del componente puede ser calificada como 0 (sin importancia), 1 (de importancia local, es decir el área del Proyecto La Zanja), 2 (de importancia local y alrededores, es decir el caserío La Zanja y el centro poblado menor de Pisit), 3 (de importancia regional/nacional) y 4 (de importancia nacional/internacional).

#### ***Magnitud del cambio o efecto (A2)***

La magnitud está definida como la medida de la escala de beneficio o perjuicio de determinado impacto. La calificación de la magnitud está precedida por el carácter del impacto que puede ser positivo (+), si el cambio genera efectos beneficiosos para el componente ambiental, o negativo (-), si el cambio ocasiona efectos perjudiciales para el componente ambiental.

La calificación de la magnitud del impacto está dada por una valoración cuantitativa (de -3 a +3). Se califica como (-3) si es un gran cambio negativo, (-2) si es un cambio negativo significativo, (-1) si es un cambio negativo, (0) sin cambio, (+1) si es una mejora, (+2) si es una mejora significativa y (+3) si es un gran beneficio positivo.

#### ***Permanencia (B1)***

La permanencia define si la condición es temporal o permanente y se utiliza solamente como una medida de estado temporal de la condición. La calificación de la condición varía entre 1 y 3, siendo (1) cuando no hay cambio o no es aplicable, (2) cuando el cambio es temporal y (3) cuando el cambio es permanente.

### ***Reversibilidad (B2)***

La reversibilidad es la capacidad que tiene un componente para retornar a sus características originales o similares a las originales, luego de ser afectado por un determinado impacto causado por alguna actividad minera. Dependiendo de la naturaleza del impacto, los efectos que éstos puedan causar en el medio pueden ser calificados como (1) cuando no hay cambio o no es aplicable, (2) cuando el cambio es reversible y (3) cuando el cambio es irreversible.

### ***Acumulación (B3)***

El grado de acumulación es una medida que considera si el efecto tendrá un impacto directo simple o si habrá un efecto acumulativo sobre el tiempo, o un efecto sinérgico con otras condiciones. De acuerdo con este parámetro, un impacto se califica como (1) cuando no hay cambio o no es aplicable, (2) cuando es un impacto no acumulativo y (3) cuando el impacto es acumulativo o sinérgico.

### ***Evaluación final (ES)***

El cálculo del impacto total se realiza mediante la fórmula de la matriz RIAM, explicada en el Anexo Y pero presentada en forma resumida a continuación.

La evaluación final se realiza utilizando los resultados de dos grupos de elementos principales:

- Grupo (A): Formado por la importancia de la condición (A1) y la magnitud del cambio/efecto (A2).
- Grupo (B): Formado por la permanencia (B1), reversibilidad (B2) y acumulatividad (B3).

El sistema de puntaje requiere una simple multiplicación de los puntajes dados para cada uno de los criterios en el grupo (A). El uso del multiplicador para el grupo (A) es importante debido a que asegura que el peso de cada puntaje esté expresado, considerando que una simple suma de los puntajes podría proveer resultados idénticos para condiciones diferentes.

Los puntajes para el valor del criterio en el grupo B son sumados conjuntamente para proveer una suma simple. Esto asegura que los valores de los puntajes individuales no puedan influenciar el puntaje total, pero que la importancia colectiva de todos los valores del grupo B sean considerados en su totalidad.



La suma de los puntajes del grupo (B) luego son multiplicados por el resultado del puntaje del grupo (A) para proveer un puntaje de evaluación final (ES) para la condición. El proceso puede ser expresado:

$$(a1) \times (a2) \times (a3) \times \dots (aN) = aT$$

$$(b1) + (b2) + (b3) + \dots (bN) = bT$$

$$(aT) \times (bT) = ES$$

Donde:

(a1)...(aN) son los puntajes de criterio individuales para el grupo (A)

(b1)...(bN) son los puntajes de criterio individuales para el grupo (B)

aT es el resultado de la multiplicación de todos los puntajes del grupo (A)

bT es el resultado de la suma de todos los puntajes del grupo (B)

ES es el puntaje de evaluación para la condición y se califica de acuerdo con la pertenencia del valor final a una serie de rangos establecidos en el Anexo Y.

Los rangos establecidos de ES se muestran en el Cuadro 5.1

**Cuadro 5.1**  
**Rangos establecidos de ES**

<b>RIAM puntaje</b>	<b>Descripción del rango</b>
72 a 108	Gran impacto positivo
36 a 71	Impacto significativo positivo
19 a 35	Impacto moderado positivo
10 a 18	Impacto positivo
1 a 9	Impacto leve positivo
0	No hay impacto
-1 a -9	Impacto leve negativo
-10 a -18	Impacto negativo
-19 a -35	Impacto moderado negativo
-36 a -71	Impacto significativo negativo
-72 a -108	Gran impacto negativo

## **5.2 Áreas de influencia del proyecto**

Para poder evaluar el potencial o riesgo de ocurrencia de impactos, es necesario determinar las áreas geográficas en las cuales éstos podrían producirse. Se han considerado dos tipos de área de influencia: el área de influencia directa (AID) y el área de influencia indirecta (AII).

El AID es aquella en la que ocurren los impactos directos de las obras y actividades del proyecto sobre los distintos componentes ambientales. Los impactos directos son los efectos que genera la actividad y ocurren generalmente al mismo tiempo y en el mismo lugar de ella. El AII es el espacio en el cual se perciben efectos que no son inmediatos o se dan a cierta distancia, sin alterar significativamente las condiciones de línea base. Cuando los efectos de las actividades del proyecto sobre algún componente son muy localizados y no generaran impactos significativos en el tiempo y el espacio, sólo se considerará un Área de Influencia Directa para dicho componente.

La extensión del área de influencia depende de la naturaleza de cada componente evaluado, por ello no es posible presentar una misma área de influencia general que involucre todos los componentes ambientales. La integración de las áreas de influencia de los componentes ambientales en una sola área, podría sobreestimar el efecto de las actividades sobre cada componente. Las áreas de influencia fueron identificadas considerando el efecto de las medidas de prevención y mitigación establecidas para los impactos ambientales previsibles identificados. Estas medidas, para cada componente analizado, son descritas en el Capítulo 6.

A continuación se definen las áreas de influencia del proyecto, por cada componente ambiental:

### **5.2.1 Componentes del ambiente físico**

#### ***Relieve***

Sólo existe AID, la cual comprende las áreas a ser intervenidas como consecuencia del emplazamiento de la infraestructura del proyecto (huella del proyecto, Figura 5.1). El área de influencia se ha establecido en función de lo siguiente:

- Integración del mapa topográfico obtenido en la línea base y el mapa de las instalaciones del proyecto mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG).
- Recopilación de la descripción del proyecto, teniendo en cuenta la información concerniente al movimiento de tierras y manejo de aguas.

### ***Aire***

Sólo existe AID y está conformada por las áreas a intervenir por la presencia de la infraestructura del proyecto, puesto que es el área en la que se afectará directamente el terreno que es el que produce el material particulado y por las zonas donde se superará el estándar de calidad de aire de  $50 \text{ ug/m}^3$  (Figura 5.2). Los criterios empleados son la dirección predominante del viento y el efecto de la topografía sobre el comportamiento de la dispersión de material particulado.

Para la estimación del área de influencia se empleó el modelo AERMOD (AMS/EPA Regulatory Model). Este modelo tiene la capacidad de simular la dispersión de gases o partículas desde varias fuentes simultáneamente, las cuales pueden tener niveles de emisión variable según la hora, día, mes o temporada; además posee la capacidad de simular la dispersión en terreno complejo, utilizar información meteorológica real, entre otras características. Adicionalmente, este modelo es el preferido actualmente por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) por presentar los resultados más cercanos a la realidad dentro del grupo de modelos con similares características. Por estas razones, se considera adecuada la aplicación del modelo AERMOD al entorno del Proyecto La Zanja.

### ***Ruido y vibración***

Sólo existe AID para ruidos y se encuentra comprendida entre las futuras fuentes de emisión sonora y la isolínea de aquellos lugares donde los niveles de ruido se encontrarán dentro de los estándares nacionales de calidad ambiental de ruido para periodos nocturnos (50 dBA para zonas residenciales). Geográficamente, esta área comprende los alrededores de la futura área de operaciones, incluyendo las canteras, la pampa Del Bramadero, la parte alta de las quebradas Cocán y El Cedro, la parte baja de las quebradas De La Playa, La Cuchilla y Bancuyoc, tal como se aprecia en la Figura 5.3.

Para la estimación del área de influencia se empleó la metodología de modelación de propagación sonora basada en la normativa ISO 9613 (Attenuation of sound during propagation outdoors), la cual utiliza los principios de atenuación divergente, junto a la atenuación extra introducida por obstáculos y atenuación por aire. El software utilizado corresponde a SoundPLAN v 6.3, el cual incorpora las variables físicas de topografía y las características de emisión acústica de las principales fuentes de ruido que estarán involucradas en la operación del proyecto, permitiendo estimar la radiación sonora de los elementos hacia el exterior. Es por estas razones, que se considera adecuada la aplicación de este modelo al entorno del Proyecto La Zanja.

De acuerdo con las definiciones de AID y AII, se estableció que el componente vibraciones sólo tiene AID, debido a que los efectos que generarán las actividades relacionadas con el proyecto ocurrirán al interior del área del Proyecto La Zanja, los niveles de vibración (expresados como velocidad de partícula en mm/s) en zonas fuera del área del proyecto están por debajo de los máximos permitidos por ISO 2361 (Evaluation of human exposure to whole-body vibration).

### **Suelos**

Sólo existe AID y está conformada por las áreas en las que se ubicará la infraestructura del proyecto (huella del proyecto, Figura 5.1). El área de influencia se ha establecido en función de lo siguiente:

- Integración del mapa de suelos obtenido en la línea base y el mapa del arreglo de las instalaciones del proyecto mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG).
- Recopilación de la descripción del proyecto, considerando lo referente a manejo de reactivos, movimiento de tierras y manejo de aguas.

### **Aguas superficiales**

Las áreas de influencia de este componente fueron determinadas por Water Management Consultants, la cual define el AID hasta el punto denominado El Cedro (Punto 6) en el sistema hídrico de la quebrada El Cedro. Aguas abajo de este punto se desarrolla el AII, la cual se extiende hasta el Punto 8 (MA-2). Los impactos aguas abajo del punto MA-2 son despreciables. En cuanto al río Pisit, se clasificaría como zona AII debido a los bajos impactos (Figura 5.4). El área de influencia se ha establecido en función de lo siguiente:

- Recopilación de la información hidrológica obtenida en la línea base
- Recopilación de la información de calidad del agua obtenida en la línea base
- Balances de aguas en las principales estructuras del proyecto
- Estimación de caudales utilizando el modelo hidrológico HMS desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos
- Estimación de escorrentías e infiltraciones utilizando el modelo HELP desarrollado también por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos.
- Caracterización geoambiental de los depósitos de desmonte y tajos.
- Levantamiento de información de usos del agua en el área del proyecto que incluye la georeferenciación de los puntos de abastecimiento de agua para las poblaciones cercanas, tipos de fuente, medición de caudales e información de la utilización del agua.

### ***Aguas subterráneas***

De acuerdo con Water Management Consultants (2007), el AID y el AII para aguas subterráneas coinciden con las descritas para aguas superficiales (Figura 5.4). El área de influencia se ha establecido en función de lo siguiente:

- Recopilación de información hidrogeológica obtenida en la línea base.
- Recopilación de información de calidad del agua subterránea obtenida en la línea de base.
- Balances de aguas en las principales estructuras del proyecto.
- Estimación de escorrentías e infiltraciones utilizando el modelo HELP desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos.
- Estimación del flujo hidrogeológico utilizando el modelo MODFLOW, desarrollado por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (McDonald y Harbaugh, 1988-2005), el cual permite simular el escurrimiento tridimensional de las aguas subterráneas en condiciones saturadas.
- Caracterización geoambiental de los depósitos de desmonte y tajos.
- Levantamiento de información de usos del agua en el área del proyecto incluyendo georreferenciación de los puntos de abastecimiento de agua para las poblaciones cercanas, tipos de fuente, medición de caudales e información de la utilización del agua (PRONAMACH, 2007 y Water Management Consultants, 2007).

### ***5.2.2 Componentes del ambiente biológico***

#### ***Flora y vegetación***

Sólo existe AID, está conformada por las áreas en las que se ubicará la infraestructura del proyecto, las cuales en su conjunto han sido denominadas como “huella del proyecto” (Figura 5.1). El área de influencia se ha establecido en función de lo siguiente:

- Recopilación de la información obtenida en la línea base, incluyendo las listas de especies de flora presentes en el área de estudio e identificación de las formaciones vegetales presentes.
- Mapeo de las formaciones vegetales identificadas en la línea base. Estas formaciones incluyen: bofedal, césped de arroyo, pajonal de jalca, matorral, bosque de neblina, vegetación de abrigo rocoso, vegetación de roquedal y vegetación de fondo de quebrada.
- Mapeo de las áreas previstas a ser impactadas por las actividades del proyecto sobre las formaciones vegetales descritas en la línea base.

- Cálculo de las áreas con cobertura vegetal afectadas por el emplazamiento de infraestructura del proyecto.
- Comparación de la lista de especies que poseen algún estatus de conservación con las áreas a intervenir.

### ***Fauna***

El AID está conformada por las áreas en las que se ubicará la infraestructura del proyecto (Figura 5.3). El AII para la fauna está comprendida entre el límite del AID y el límite espacial de la perturbación de fauna por ruidos, el mismo que incluye los alrededores del área de operaciones incluyendo las canteras, la pampa Del Bramadero, la parte alta de las quebradas Cocán y El Cedro, la parte baja de las quebradas De La Playa, La Cuchilla y Bancuyoc, tal como se aprecia en la Figura 5.3.

La delimitación del área de influencia del proyecto sobre la fauna se ha establecido en función de lo siguiente:

- Información obtenida en la línea base, que incluye las listas de especies de fauna presentes en el área de estudio e identificación de los hábitats presentes.
- Revisión de las características de la fauna presente en función de su pertenencia a alguna categoría especial de conservación, sensibilidad, prioridad de investigación, otros.
- Empleo de métodos cuantitativos como: cálculo de índices de diversidad local y regional, análisis estadísticos como pruebas “t” para establecer diferencias entre áreas a impactar y áreas control, análisis jerárquicos utilizando dendrogramas, análisis de amplitud de nicho y curvas de especie área.
- Mapeo de las áreas a intervenir, teniendo en cuenta los hábitats afectados.
- Información de impactos sobre los componentes físicos pertinentes para la fauna, como agua, aire, suelos, flora y vegetación.
- Estimación de impactos por generación de ruidos, teniendo como base información de las características de cada especie y el estudio de impacto acústico. Estos niveles fueron comparados de modo bastante conservador con los niveles de ruido que afectan a la fauna proporcionados por la Guía Ambiental para el Manejo de Problemas de Ruido en la Industria Minera del Ministerio de Energía y Minas del Perú.

### ***Vida acuática***

La vida acuática presenta las mismas áreas de influencia que las aguas superficiales (Figura 5.4).

### **5.2.3 Componentes del ambiente de interés humano**

#### ***Paisaje***

El AID de este componente se muestra en la Figura 5.1, está conformada por el área a ser ocupada por la infraestructura del proyecto y por las áreas críticas de accesibilidad visual del proyecto desde diferentes posiciones de observación. El AII está conformada entre el límite del AID y una distancia máxima de 1 000 m, en la que el observador aún puede distinguir el efecto de algunas instalaciones sobre el paisaje según las características de iluminación, posición y condiciones atmosféricas.

Cabe mencionar que al interior de las áreas de influencia del proyecto además de las áreas de accesibilidad visual también existen puntos ciegos, es decir lugares desde donde no se puede visualizar ninguna infraestructura del proyecto como consecuencia de algún factor topográfico.

#### ***Restos arqueológicos***

No se considera área de influencia debido a que no se generarán impactos sobre este componente, ya que el área del proyecto cuenta con los CIRA respectivos.

### **5.2.4 Componentes del ambiente socioeconómico**

El AID de este componente esta conformada por el caserío La Zanja y el centro poblado menor de Pisit, localidades en cuyas jurisdicciones se localizarán las instalaciones del proyecto (Figura 3.24). La delimitación del AID del proyecto sobre el ambiente socioeconómico se ha establecido en función de los siguientes criterios:

- Impactos potenciales en el acceso a los recursos naturales como son:
  - *Cambio de uso del suelo*, debido a la ubicación de las instalaciones del proyecto.
  - *Cambios en el suministro de agua* por la construcción de un reservorio, que se ubicará en la jurisdicción del caserío La Zanja.
- Impactos potenciales en la estructura social, económica o cultural de la población local por efectos directos de las actividades del proyecto.

El AII está conformada por los distritos de Pulán y Tongod, las provincias Santa Cruz y San Miguel, y por la región Cajamarca (Figura 3.25). Esta área se caracteriza, además, por la presencia de grupos de interés que no son influenciados por las actividades del proyecto, pero que podrían ejercer influencia sobre los pobladores del AID. La delimitación del AID del

proyecto sobre el ambiente socioeconómico se ha establecido en función de los siguientes criterios:

- Criterio Territorial

*Articulación territorial existente*, determinada por los espacios en los que los pobladores desarrollan sus actividades económicas, sociales y culturales. Las vías de comunicación y el servicio de transporte público del entorno del AID contribuyen con la definición de estos espacios. La información recogida durante el trabajo de campo en el mes de abril del presente año permitió establecer que se trata de los distritos y centros urbanos de la Provincia San Miguel, principalmente del Distrito Tongod, además de la propia ciudad capital San Miguel de Pallaques.

- Criterio Político Administrativo

*Unidades político-administrativas* de pertenencia de las localidades del AID, por ser administrativamente responsables de proveer a la población de diversos servicios para el bienestar económico y social (educación, salud, infraestructura, programas de alivio de la pobreza, etc.). El centro poblado menor de Pisit pertenece al distrito de Tongod y a la provincia de San Miguel, en tanto el caserío La Zanja pertenece al distrito de Pulán, provincia de Santa Cruz. Ambas provincias forman parte de la región Cajamarca y, serán consideradas dentro del AII.

- Criterio Económico

*Distribución de canon y regalías*, la región, provincias y distritos donde se encuentra ubicado un proyecto minero, participan de la distribución del canon minero y las regalías, entre otros beneficios económicos.

### **5.3 Importancia de los componentes ambientales evaluados según RIAM**

A continuación se mencionan los componentes ambientales evaluados y se detalla su importancia en el área de emplazamiento del proyecto.

#### ***Relieve***

El componente relieve se considera con importancia local (1) debido a que la zona no presenta cualidades fisiográficas únicas en comparación con el entorno. Se caracteriza por una compleja red de drenaje y la presencia de diferencias marcadas en la vegetación.



### ***Aire***

El componente aire se considera de importancia local y alrededores (2) debido a la necesidad de condiciones adecuadas de calidad del mismo. La condición de línea base es buena, lo cual es importante para otros componentes ambientales.

### ***Ruidos y vibraciones***

Los ruidos y vibraciones se consideran con importancia local (1) debido a que podrían afectar a la fauna del lugar.

### ***Suelos***

El componente suelo se considera de importancia local y alrededores (2) debido a que si bien la zona no presenta cualidades edáficas únicas en comparación con el entorno, predominan las tierras aptas para pastoreo. Las características actuales del suelo hacen posible cierta diversidad de formaciones vegetales.

### ***Flora y vegetación***

#### Flora y vegetación de pajonal, roquedal, bofedal y matorral

Es de importancia local y alrededores (2). Aunque no presenta cualidades únicas en comparación con el entorno y no presenta especies a ser conservadas, hace posible el desarrollo de actividades ganaderas por la presencia de pastos.

#### Flora y Vegetación de bosque de neblina

Es de importancia regional (3). En la zona hay una vegetación particular de bosque nublado, con especies que poseen categorías especiales de conservación e importancia ecológica. Debe ser conservada, dada la deforestación actual como consecuencia de la tala indiscriminada y el cambio de uso de la tierra con fines ganaderos y agrícolas.

### ***Fauna***

#### Fauna terrestre de pajonal, roquedal, bofedal y matorral

Es de importancia local y alrededores (2) debido a que la fauna que frecuenta este tipo de vegetación está representada no sólo a nivel local sino también regional en otras jalcas de latitudes y altitudes similares. Sin embargo, existen especies que poseen sensibilidades medias a impactos y un menor grupo se encuentra en alguna categoría de conservación.

#### Fauna terrestre de bosque de neblina

Es de importancia regional (3) debido a la considerable diversidad reportada en la zona. Además existen especies endémicas, sensibles y con categorías especiales de conservación.

### ***Vida acuática***

De importancia local (1) debido que no es exclusiva de la zona y no representa una fuente importante de recursos para la población local. Algunas especies de fauna terrestre explotan este recurso.

### ***Paisaje***

De importancia local y alrededores (2) debido a la riqueza de componentes paisajísticos. Aunque existen pocos centros poblados que tienen accesibilidad visual al área debido a la topografía, a las condiciones climáticas y a que existe fragmentación del paisaje por las actividades humanas, se considera que existen áreas aledañas al área del proyecto desde donde el paisaje podrá apreciarse alterado por las actividades del proyecto.

### ***Restos arqueológicos***

Durante la inspección arqueológica se pudo comprobar que no existen sitios arqueológicos dentro de la futura área de operaciones. Por ello, este componente se considera como no importante (0).

## ***5.4 Impactos al ambiente físico***

### ***5.4.1 Relieve***

#### ***Actividades que generan impacto***

Las actividades de construcción, operación, cierre y post cierre que generarán impactos sobre el relieve se mencionan a continuación:

#### Construcción

- Preparación de áreas de acumulación de suelo orgánico y disposición del mismo
- Construcción del depósito de desmonte de construcción y disposición del mismo
- Construcción de las obras de abastecimiento de agua fresca
- Extracción de material de préstamo (canteras)
- Habilitación de vías de acceso internas

#### Operación

- Extracción de mineral de los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde
- Disposición del mineral en la plataforma de lixiviación.
- Disposición del desmonte de mina en los depósitos de San Pedro Sur y Pampa Verde.

#### Cierre y post cierre

- Nivelación del relieve de la zona correspondiente a las vías de acceso internas.

### ***Impactos residuales***

A continuación se mencionan los impactos residuales que puedan generar las actividades sobre el relieve. Asimismo, se presentan los resultados del análisis final del impacto.

#### Construcción

- Formación de depresiones por movimiento de tierras debido a la extracción de material de préstamo (canteras).
- Corte de cerros y formación de taludes como consecuencia de la construcción de caminos.
- Formación de una elevación en una sección del fondo de quebrada por preparación del área de acumulación de suelo orgánico y disposición del mismo.
- Formación de una elevación en una sección del fondo de quebrada por preparación del área del depósito de desmonte de construcción.
- Movimiento de tierras para la construcción de las obras de abastecimiento de agua fresca.

Se estima que el movimiento de tierras asociado a la construcción, cubrirá un área aproximada de 145 ha. Los impactos de esta fase del proyecto presentan calificaciones finales de impactos leves negativos. Estos impactos están relacionados con actividades de formación de elevaciones (disposición de suelo orgánico y de desmonte de construcción), con formación de depresiones (extracción de material de préstamo) y con movimiento de tierras (caminos y obras de abastecimiento de agua fresca). Estos impactos presentan en cuanto a magnitud un carácter de cambio negativo, puesto que implican ligeras modificaciones al relieve, asimismo varían entre temporales y permanentes y entre reversibles e irreversibles, dependiendo de la capacidad de retorno a las condiciones iniciales al finalizar el proyecto.

#### Operación

- Formación de depresiones en los cerros San Pedro Sur y Pampa Verde como consecuencia de la extracción de mineral de los tajos.
- Generación de elevación de mediana altura en la pampa Del Bramadero por la disposición de mineral en la plataforma de lixiviación.
- Formación de elevaciones en la pampa Del Bramadero e inmediaciones de Pampa Verde debido a la disposición del desmonte de mina.

Los impactos durante la fase de operación del proyecto presentan calificaciones finales entre impacto negativo e impactos negativos moderados.

El primero es debido a la continua disposición de desmonte de mina en los depósitos Pampa Verde y San Pedro Sur constituyendo elevaciones, a ser percibidas a la distancia. Este impacto presenta una magnitud de cambio negativo significativo, además de ser irreversible y permanente.

Los segundos están referidos a una elevación de mediana altura por la disposición de mineral en la plataforma de lixiviación, causando un cambio en la escala vertical y a la formación de depresiones en los cerros Pampa Verde y San Pedro Sur como consecuencia de la extracción del mineral de los tajos, lo cual ocasionará remoción de material así como caída y asentamiento de escombros en las laderas ubicadas por debajo de los tajos en los cerros mencionados. Ambos impactos representan magnitudes de grandes cambios negativos, debido al efecto generado sobre las condiciones originales, además de ser irreversibles y permanentes.

#### Cierre y post cierre

- Nivelación del terreno de la zona correspondiente a las vías de acceso internas.

No se espera afectar negativamente el relieve del lugar durante la fase de cierre y post cierre del proyecto ya que las actividades de cierre no contemplan alteraciones adicionales a las esperadas durante las fases de construcción y operación del proyecto. Dado que habrá una nivelación del terreno de la zona correspondiente a las vías de acceso internas, el impacto ambiental sobre el componente resulta tener una calificación final de impacto leve positivo. Asimismo, este impacto presenta una magnitud de mejora, además de ser permanente.

### **5.4.2 Aire**

#### ***Actividades que generan impacto***

Las actividades de construcción, operación, cierre y post cierre que generarán impactos sobre el aire se mencionan a continuación:

#### Construcción

- Preparación de áreas de acumulación de suelo orgánico y disposición del mismo
- Preparación de los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde
- Construcción del depósito de desmonte de construcción y disposición del mismo
- Construcción del depósito de desmonte de mina
- Construcción de la plataforma de lixiviación
- Construcción de planta de procesamiento
- Construcción de instalaciones auxiliares

- Construcción de las obras de abastecimiento de agua fresca
- Extracción de material de préstamo (canteras)
- Tránsito de vehículos (insumos, equipos y personal)
- Habilitación de vías de acceso internas

#### Operación

- Extracción de mineral de los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde
- Disposición del mineral en la plataforma de lixiviación
- Disposición del desmonte de mina en los depósitos de San Pedro Sur y Pampa Verde
- Operación de planta de procesamiento
- Operación de instalaciones auxiliares
- Tránsito de vehículos (insumos, equipos y personal)

#### Cierre y post cierre

- Cierre de los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde
- Lavado, reconfiguración y revegetación de la pila de lixiviación
- Estabilización física, química y revegetación de los depósitos de desmonte de mina
- Desmantelamiento de la planta de procesamiento
- Desmantelamiento de las instalaciones auxiliares
- Cierre de canteras
- Escarificación y nivelación de la superficie de los accesos internos
- Coberturas con suelo orgánico y revegetación de las áreas perturbadas
- Tránsito de vehículos para transporte de materiales y personas para actividades de cierre

#### ***Impactos residuales***

Para la estimación de los impactos respecto al aire se siguió la siguiente metodología:

- Recopilación de la información de calidad de aire (gases y PM<sub>10</sub>) actuales en las zonas aledañas al proyecto obtenida en la línea base.
- Estimación de los niveles de PM<sub>10</sub> en el aire (concentración) del área del proyecto y zonas aledañas para las etapas de construcción y operación, utilizando el modelo AERMOD (AMS/EPA Regulatory Model). Modelo preferido actualmente por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) por presentar los resultados más cercanos a la realidad dentro del grupo de modelos con similares características.

### Construcción

- Aporte de material particulado como consecuencia de movimiento de tierras para:
  - Preparación de las áreas de acumulación de suelo orgánico y disposición del mismo
  - Actividades de desbroce del terreno y preminado en la preparación de tajos.
  - Construcción del depósito de desmonte de construcción y disposición del mismo
  - Construcción de los depósitos de desmonte de mina
  - Construcción de la plataforma de lixiviación
  - Construcción de la planta de procesamiento e instalaciones auxiliares.
  - Construcción de las obras de abastecimiento de agua fresca
  - Extracción de material de préstamo (canteras)
  - Habilitación de vías de acceso internas
- Aporte de material particulado y gases como consecuencia del tránsito de vehículos y operación de maquinaria pesada.

Los impactos de la fase de construcción del proyecto sobre el componente aire, presentan calificaciones finales que van de impactos negativos a impactos negativos moderados.

Los impactos negativos se deben a las emisiones de material particulado (PM<sub>10</sub>) generado por el movimiento de tierras para la preparación de áreas de acumulación de suelos orgánicos, preparación de tajos, habilitación de vías de acceso internas, incremento en el tránsito de vehículos, entre otros. No serán significativos debido a las condiciones del material a remover (material húmedo) y al riego constante de los caminos. Este impacto presenta en cuanto a magnitud un cambio negativo, además de ser reversible y temporal.

Los impactos negativos moderados se deben al material particulado generado por el movimiento de tierras para la construcción del depósito de desmonte de construcción, por la disposición del material inadecuado, la cual se estima en 277 200 m<sup>3</sup> durante la etapa de construcción, y por la extracción de material de préstamo en las canteras de roca, las cuales requieren de voladuras. Estos impactos presentan en cuanto a magnitud cambios negativos significativos, además de ser reversibles y temporales.

Asimismo, se espera que el impacto al componente aire por el transporte de personal y materiales tenga una calificación final de impacto negativo, esto es debido principalmente a la mayor humedad del suelo en los caminos y al mantenimiento continuo de los vehículos y de la maquinaria pesada que permitirá reducir la emisión de gases de combustión.

Durante esta etapa del proyecto, los puntos evaluados correspondientes a los poblados cercanos presentaron valores de concentración promedio anual de PM<sub>10</sub> entre 3,0 y 5,0 µg/m<sup>3</sup>. Considerando el ECA de Aire de manera comparativa (50 µg/m<sup>3</sup>), el aporte de las emisiones de material particulado producto de la etapa de construcción del proyecto es poco significativo (Anexo Z).

El aporte de la construcción minera a la concentración promedio anual de PM<sub>10</sub> en el caserío La Zanja sería de 5,0 µg/m<sup>3</sup>, siendo éste el valor más alto entre las distintas localidades evaluadas (Tabla 5.7). Considerando el valor registrado de línea base (14,0 µg/m<sup>3</sup>), la suma referencial de este valor y el valor modelado resulta en 19,0 µg/m<sup>3</sup> para ambas localidades, lo que se mantiene por debajo del ECA de Aire (50 µg/m<sup>3</sup>).

### Operación

- Aporte de material particulado como consecuencia de:
  - Extracción de mineral de los tajos (voladura).
  - Disposición de mineral en la plataforma de lixiviación.
  - Disposición de desmonte de mina en los depósitos de San Pedro Sur y Pampa Verde.
  - Tránsito de vehículos (pesados y ligeros).
- Aporte de gases como consecuencia del tránsito de vehículos, voladuras y operación de la planta de procesamiento (fundición).

Los impactos de esta etapa del proyecto sobre el componente aire se califican finalmente como impactos negativos e impactos negativos moderados.

Los impactos negativos, corresponden a la disposición de material en la plataforma de lixiviación y depósitos de desmonte, a la operación de la planta de procesamiento e instalaciones auxiliares, entre otras. Estos impactos no serán significativos debido a las medidas de prevención adoptadas tales como sistemas de supresión de polvo, campanas y lavadores de gases, entre otras, las cuales reducen significativamente los aportes de material particulado y gases al aire. Estos impactos presentan en cuanto a magnitud un cambio negativo, además de ser reversibles y temporales.

Los impactos negativos moderados corresponden a las actividades de extracción de mineral de los tajos, así como al tránsito de vehículos. El impacto por los tajos se produce como consecuencia del efecto de la voladura y de la menor humedad del material a remover en comparación con los suelos superficiales. El impacto por tránsito de vehículos (pesados y

ligeros) está determinado, por el modelamiento de calidad de aire, como la actividad que genera la mayor cantidad de PM<sub>10</sub> (Anexo Z). Ambos impactos presentan en cuanto a magnitud un cambio negativo significativo, además de ser reversibles y temporales.

Como se mencionó en el capítulo de descripción del proyecto, la explotación de los tajos no se realizará de manera simultánea, primero será en el tajo San Pedro Sur y luego en Pampa Verde, por lo que el efecto de la generación de material particulado como consecuencia de las voladuras no se evalúa de manera conjunta en ambos tajos.

#### *Operación – Tajo San Pedro Sur*

Durante la etapa de operación del tajo San Pedro Sur, los puntos evaluados correspondientes a los poblados cercanos presentaron valores de concentración promedio anual de PM<sub>10</sub> entre 6,0 y 4,0 µg/m<sup>3</sup>. Considerando el ECA de Aire (50 µg/m<sup>3</sup>), las emisiones de material particulado son poco significativas.

El aporte de esta etapa de la operación a la concentración promedio anual de PM<sub>10</sub> en el caserío La Zanja sería de 4,0 µg/m<sup>3</sup> siendo el valor más alto registrado entre los distintos centros poblados evaluados. Considerando el valor registrado de línea base (14 µg/m<sup>3</sup>), la suma de éste y el valor modelado resulta en 18 µg/m<sup>3</sup>, lo que está por debajo del ECA de Aire (50 µg/m<sup>3</sup>).

El aporte de esta etapa de la operación a la concentración promedio de 24 horas de PM<sub>10</sub> en el caserío La Zanja sería de 36,0 µg/m<sup>3</sup>, el cual es el más alto registrado entre los distintos centros poblados evaluados. Considerando el valor registrado de línea base (17,0 µg/m<sup>3</sup>), la suma de éste y el valor modelado resulta en 53,0 µg/m<sup>3</sup> lo que está por debajo del ECA de Aire (150 µg/m<sup>3</sup>).

El segundo valor más alto corresponde al centro poblado menor de Pisit con un aporte de la etapa de operación de 2,0 y 19,0 µg/m<sup>3</sup> para la concentración promedio anual y promedio de 24 horas respectivamente. La suma de estos valores y el valor obtenido en la línea base (12,0 µg/m<sup>3</sup> para anual y 14,0 µg/m<sup>3</sup> para 24 horas), están por debajo de los ECA de Aire respectivamente.

#### *Operación – Tajo Pampa Verde*

Durante la etapa de operación del tajo Pampa Verde, los puntos evaluados correspondientes a los poblados cercanos presentaron valores de concentración promedio anual de PM<sub>10</sub> entre



15,0 y 3,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Considerando el ECA de Aire ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), las emisiones de material particulado son poco significativas.

El aporte de esta etapa de la operación a la concentración promedio anual de material particulado ( $\text{PM}_{10}$ ) en el caserío La Zanja sería de  $15,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  siendo el valor más alto registrado entre los distintos centros poblados evaluados. Considerando el valor registrado de línea base ( $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), la suma de este valor y el valor modelado resulta en  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , lo que está por debajo del ECA de Aire ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

El aporte de esta etapa de la operación a la concentración promedio de 24 horas de  $\text{PM}_{10}$  en el caserío La Zanja sería de  $40,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , el cual es el más alto registrado entre los distintos centros poblados evaluados. Considerando el valor registrado de línea base ( $17,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), la suma de este valor y el valor modelado resulta en  $57,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  lo que está por debajo del ECA de Aire ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

El segundo valor más alto corresponde al centro poblado menor de Pisit con un aporte de la etapa de operación de 3,0 y  $26,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para la concentración promedio anual y promedio de 24 horas respectivamente. La suma de estos valores y el valor obtenido en la línea base ( $12,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para anual y  $14,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para 24 horas), están por debajo de los ECA de Aire respectivamente.

#### Cierre y post cierre

- Retorno a las condiciones originales de calidad del aire como consecuencia del cierre de tajos, canteras, desmantelamiento de la planta de procesamiento e instalaciones auxiliares, revegetación de pila de lixiviación, depósitos de desmonte de mina y áreas perturbadas.
- Generación de material particulado y gases como consecuencia del tránsito de vehículos para transporte de material y personal para las actividades del cierre.
- Generación de material particulado como consecuencia del movimiento de tierras en las actividades de cierre.

La generación de material particulado y gases producto de las actividades de cierre se califican como impacto negativo, debido a que estas actividades generarán emisiones, aunque poco significativas en comparación con las actividades de construcción y operación del proyecto puesto que la escala e intensidad de los trabajos será menor. Debido a que las actividades de cierre se realizarán en forma paralela a las operaciones y es difícil distinguir las

emisiones propias de esta etapa, en el modelamiento realizado se consideran que estas actividades son parte de la operación.

La consecuencia final de los efectos de estas labores (etapa de cierre y post cierre) se califica como impacto moderado positivo, debido principalmente al retorno a las condiciones originales tras el cese de las actividades del proyecto. Asimismo este impacto presenta una magnitud de mejora significativa, además de ser permanente.

### **5.4.3 Ruidos y vibraciones**

#### **Actividades que generan impacto**

Las actividades de construcción, operación, cierre y post cierre que generarán ruido y vibraciones se mencionan a continuación:

#### Construcción

- Preparación de áreas de acumulación de suelo orgánico y disposición del mismo
- Preparación de los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde
- Construcción del depósito de desmonte de construcción y disposición del mismo
- Construcción de los depósitos de desmonte de mina
- Construcción de la plataforma de lixiviación
- Construcción de planta de procesamientos
- Construcción de instalaciones auxiliares
- Construcción de las obras de abastecimiento de agua fresca
- Extracción de material de préstamo (canteras)
- Tránsito de vehículos (insumos, equipos y personal)
- Habilitación de vías de acceso internas

#### Operación

- Extracción de mineral de los tajos
- Carguío y transporte de material hacia la plataforma de lixiviación y depósito de desmonte de mina
- Disposición de mineral en la plataforma de lixiviación
- Disposición del desmonte de mina en los depósitos
- Tránsito de vehículos (insumos, equipos y personal)

#### Cierre y post cierre

- Tránsito de vehículos para transporte de material y personas para actividades de cierre.

### ***Impactos residuales***

Para la estimación de los impactos respecto al ruido y vibración se siguió la siguiente metodología:

- Recopilación de la información de los niveles de ruido actuales en las zonas aledañas al proyecto obtenida en la línea base
- Recopilación de la información de los niveles de vibración actuales en las zonas aledañas al proyecto obtenida en la línea base
- Estimación de los niveles de ruido en el área del proyecto y alrededores utilizando el software de simulación de ambientes sonoros SoundPLAN v. 6.3.
- Estimación de los niveles de vibración en el área del proyecto y alrededores utilizando el procedimiento de la FTA (Federal Transit Administration), métodos de evaluación 1995.

A continuación se mencionan los impactos residuales que puedan generar las actividades con respecto al ruido y vibración. Asimismo, se presentan los resultados del análisis final del impacto.

#### Construcción

- Incremento de los niveles de ruido debido a las actividades de construcción del proyecto.
- Incremento de las vibraciones generadas por maquinaria pesada y tránsito de camiones.

El impacto esperado durante la etapa de construcción del proyecto con respecto al ruido presenta una calificación final de impacto leve negativo, debido a que los niveles modelados en los receptores (población) más cercanos al proyecto se encuentran por debajo del ECA de ruido (Anexo AA). Este impacto presenta en cuanto a magnitud un cambio negativo, además de ser reversible y temporal.

Asimismo el impacto por el incremento de las vibraciones durante la etapa de construcción presenta una calificación final de impacto leve negativo, ya que los valores de vibración proyectados por maquinaria pesada y tránsito de camiones se encuentran por debajo de los valores máximos recomendados por la Federal Transit Administration (Anexo AA). Este impacto presenta en cuanto a magnitud un cambio negativo, además de ser reversible y temporal.

### Operación

- Incremento del nivel de ruido debido a las fuentes móviles del proyecto.
- Incremento del nivel de ruido debido a las fuentes fijas del proyecto.
- Incremento de las vibraciones generadas por las voladuras de los tajos

El impacto esperado durante la fase de operación del proyecto con respecto al ruido presenta una calificación final de impacto leve negativo. Se identificó que el flujo de vehículos (camiones y camionetas) involucrados en las actividades de transporte tanto de material como de personal desde la zona de labores a diferentes lugares y que las actividades mineras (incluidas las voladuras) no afectan a las localidades cercanas, dada la distancia existente. Estos impactos presentan en cuanto a magnitud un cambio negativo, además de ser reversibles y temporales.

Puesto que, de acuerdo con el ECA de Ruido (D.S. N° 085-2003-PCM), los puntos evaluados corresponden a Zona Residencial, la evaluación fue realizada para el período más exigente: nocturno. Se evaluó en forma separada el ruido, tanto de fuentes fijas (operación minera), como de fuentes móviles (tráfico interior y exterior). La ubicación de los puntos de evaluación se presenta en el Anexo AA.

### ***Ruidos de fuentes fijas del proyecto***

En esta categoría están incluidas las actividades asociadas a la extracción y procesamiento de minerales, tales como voladuras, perforación, excavación, carguío y demás fuentes ubicadas en el entorno de la zona industrial. El modelamiento efectuado permite concluir que en el sector donde se emplazará el Proyecto La Zanja, se cumplirá con los ECA de Ruido dada la lejanía de las fuentes de ruido con respecto a las viviendas más cercanas.

### ***Ruidos de fuentes móviles del proyecto***

Dentro de esta categoría se considera el tráfico de vehículos tanto al interior como al exterior de la operación minera. Del modelamiento se observa que el Proyecto La Zanja cumplirá con las ECA de Ruido establecidas en el D.S. N° 085-2003-PCM, producto del tráfico vehicular tanto al interior como al exterior del sector donde se emplazará el proyecto, no afectando a las viviendas más cercanas al mismo.

El impacto por el incremento de las vibraciones durante la etapa de operación presenta una calificación final de impacto leve negativo, puesto que según la modelación realizada (Anexo AA) se aprecia que los valores de vibraciones para las voladuras de los tajos no superan los

máximos recomendados, por lo que se descarta que las vibraciones generadas por el proyecto afecten a los receptores más cercanos a los tajos.

#### Cierre y post cierre

- Retorno a las condiciones originales de los niveles de ruido y vibración como consecuencia del cese de las operaciones del proyecto.

El impacto esperado durante la fase de cierre y post cierre del proyecto con respecto al ruido y vibración presenta una calificación de impacto positivo. Este impacto presenta en cuanto a magnitud una mejora significativa y es permanente.

### **5.4.4 Suelos**

#### ***Actividades que generarán impacto o riesgo***

Las actividades de construcción, operación, cierre y post cierre que generarán impactos o riesgos sobre el suelo, se mencionan a continuación:

#### Construcción

- Preparación de áreas de acumulación de suelo orgánico y disposición del mismo
- Preparación de los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde
- Construcción del depósito de desmonte de construcción y disposición del mismo
- Construcción de los depósitos de desmonte de mina
- Construcción de la plataforma de lixiviación
- Construcción de planta de procesamiento e instalaciones auxiliares
- Construcción de las obras de abastecimiento de agua fresca
- Extracción de material de préstamo (canteras)
- Tránsito de vehículos (insumos, equipos y personal)
- Habilitación de vías de acceso internas

#### Operación

- Extracción de mineral de los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde por rodadura de material
- Operación del sistema de abastecimiento de agua fresca
- Tránsito de vehículos (insumos, equipos y personal)

#### Cierre y post cierre

- Lavado, reconfiguración y revegetación de la pila de lixiviación
- Estabilización física, química y revegetación de los depósitos de desmonte de mina

- Aplicación de suelo orgánico y revegetación de las áreas perturbadas

### ***Impactos residuales o riesgos***

Para la estimación de los impactos sobre el suelo se siguió la siguiente metodología:

- Estudio de fotografías aéreas e imágenes de satélite del área del proyecto y zonas aledañas.
- Recopilación de la información sobre la caracterización y clasificación natural de los suelos.
- Recopilación de la información de capacidad de uso mayor de los suelos
- Recopilación de la información del uso actual de los suelos
- Recopilación de la información de calidad de suelo

A continuación se mencionan los impactos residuales o riesgos que puedan generar las actividades sobre el suelo. Asimismo, se presentan los resultados del análisis final de impactos.

#### Construcción

- Pérdida de suelos debido a:
  - Preparación de los tajos (retiro del suelo orgánico)
  - Construcción del depósito de desmonte de construcción
  - Construcción de los depósitos de desmonte de mina
  - Construcción de la plataforma de lixiviación
  - Construcción de la planta de procesamiento e instalaciones auxiliares
  - Extracción de material de préstamo (canteras)
  - Habilitación de vías de acceso internas
  - Inundación del embalse de abastecimiento agua fresca
- Disminución de la calidad del suelo debido al posible derrame de materiales durante el tránsito de vehículos

La calificación final de los impactos de esta etapa del proyecto sobre el componente suelo van desde impactos negativos a impactos negativos significativos.

Se esperan impactos sobre el suelo con calificaciones finales de impacto negativo para actividades como la preparación de tajos, construcción de la planta de procesamiento y del depósito de desmonte de construcción, debido a las regulares dimensiones del área ocupada.

Estos impactos presentan una magnitud de cambio negativo, además de ser entre reversibles y temporales (planta de procesamiento) e irreversibles y permanentes (tajos).

Por otro lado, también se esperan impactos con una calificación final de impacto negativo moderado para actividades como la construcción de la plataforma de lixiviación y de los depósitos de desmonte de mina Pampa Verde y San Pedro Sur, las cuales por sus grandes extensiones afectarán áreas mayores de suelo que en el caso de los tajos, planta de procesamiento y otros. Estos impactos presentan una magnitud de cambio negativo significativo, además de ser reversibles y temporales, puesto que el suelo orgánico será removido y dispuesto en áreas de acumulación para su uso posterior.

Finalmente, también se tienen impactos con calificación final de impacto negativo significativo, referidos a la remoción de suelos debido a la explotación de las canteras (9,50 ha) y a la pérdida de suelo por la inundación del embalse de abastecimiento de agua (20,4 ha) los cuales implican la pérdida completa, permanente e irreversible del suelo.

Asimismo, la probabilidad de la disminución de la calidad del suelo por la ocurrencia de derrames accidentales ha sido considerada como un riesgo. En consecuencia, las medidas de mitigación corresponden al plan de emergencias y contingencias.

#### Operación

- Pérdida de suelos por rodadura de material durante la extracción de mineral de los tajos.
- Disminución de la calidad del suelo por el posible derrame de materiales durante el tránsito de vehículos.

La calificación final de los impactos de esta etapa del proyecto sobre el componente suelo son de impactos negativos moderados y riesgos.

Se considera que como consecuencia de la rodadura de material generada por las operaciones en los tajos Pampa Verde y San Pedro Sur por la ladera, se ocasionará la pérdida de aproximadamente 70 ha de suelos aptos para pastoreo, protección y forestal. El impacto de esta actividad sobre el suelo se califica como impacto negativo moderado debido a que presenta una magnitud de cambio significativo, además de ser temporal y reversible.

Asimismo, la probabilidad de la disminución de la calidad del suelo por la ocurrencia de derrames accidentales ha sido considerada como un riesgo. En consecuencia, las medidas de mitigación corresponden al plan de emergencias y contingencias.

En el Gráfico 5.1 se aprecia las alteraciones porcentuales de suelos según su capacidad de uso mayor.

#### Cierre y post cierre

- Recuperación del suelo para sostener actividades similares a las desarrolladas antes de la ejecución del proyecto o a las que se desarrollan en las áreas aledañas.

El efecto de las actividades de rehabilitación del proyecto se califica finalmente como un impacto moderado positivo debido a la capacidad de retorno del suelo a las condiciones originales o similares a las originales. Este impacto presenta una magnitud de mejora significativa, además de ser permanente.

#### **5.4.5 Aguas superficiales**

##### ***Impactos residuales***

Para la estimación de los impactos sobre las aguas superficiales se siguió la siguiente metodología (Water Management Consultants, 2007):

- Recopilación de información sobre caudales y precipitación por Minera La Zanja durante el periodo 2005 – 2006
- Implementación del modelo hidrológico denominado Hydrological Model System (HMS) desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos, cubriendo la zona del proyecto hasta las proximidades de la ciudad de Pulán (MA-2).
- Recopilación de la información hidrológica obtenida en la línea base
- Recopilación de la información de calidad del agua obtenida en la línea base
- Balances de aguas en las principales estructuras del proyecto
- Estimación de caudales utilizando el modelo hidrológico HMS (Hydrological Model System) desarrollado por el Cuerpo de Ingeniería de la Armada de los Estados Unidos
- Estimación de escorrentías e infiltraciones utilizando el modelo HELP desarrollado también por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos
- Ensayos para estimar el potencial de generación de drenaje ácido que incluyen pruebas como pH en pasta, conteo ácido base (ABA), geoquímica, pruebas de lixiviación (SPLP) y pruebas dinámicas (celdas de humedad).
- Levantamiento de información de usos del agua en el área del proyecto que incluye georeferenciación de los puntos de abastecimiento de agua para las poblaciones cercanas, tipos de fuente, medición de caudales e información de la utilización del agua.



- Análisis del potencial de avenidas con alta carga de sedimentos e identificación de zonas inestables en el área, basado en mapas topográficos, geología superficial, ortofotos, etc.

A continuación se mencionan los impactos residuales y riesgos que pueden generar las actividades sobre el agua superficial. Asimismo, en la Tabla 5.8 se presentan los resultados del análisis final de los impactos.

#### Construcción

- Incremento de sólidos en suspensión por remoción de tierras como consecuencia de la preparación de los tajos.
- Incremento de sólidos en suspensión por remoción de tierras como consecuencia de la preparación de las áreas destinadas a los depósitos de desmonte de mina.
- Reducción de sólidos en suspensión en la quebrada Bramadero aguas abajo de la presa de abastecimiento de agua fresca.
- Reducción del caudal de la quebrada Bramadero por llenado del embalse de abastecimiento de agua.
- Riesgo de disminución de la calidad del agua superficial por derrame de materiales durante el tránsito de vehículos.

Water Management Consultants ha identificado que durante la fase de construcción del proyecto, es probable que la calidad de las aguas superficiales sea afectada por el aumento en la cantidad de sólidos en suspensión como consecuencia del movimiento de tierras. Los factores contribuyentes a un alto potencial de generación de sedimentos son: alta intensidad de precipitación, baja permeabilidad de los suelos, cantidad de finos relativamente elevada, falta de cobertura y pendientes altas en el área de los tajos y depósito de desmonte de mina Pampa Verde. Las pendientes moderadas en el área del depósito de desmonte de mina San Pedro Sur representan factores que contribuyen a moderar la generación de sedimentos en esta zona.

Las zonas que pueden ser afectadas están localizadas en las quebradas que confluyen a la subcuenca El Cedro. Es de esperarse que los suelos descubiertos, expuestos a la precipitación generen sedimentos que potencialmente podrían entrar en contacto con aguas superficiales. Se estima que los impactos negativos generados por el aporte de sedimentos al agua superficial en las inmediaciones de las áreas afectadas durante la etapa de construcción, sean solamente bajos, esto debido a la presencia de infraestructura instalada específicamente para el manejo de aguas y control de sedimentos tales como canales de derivación de aguas limpias y pozas

de sedimentación ubicadas aguas abajo de las infraestructuras mencionadas, dentro de las cuales se incluye el embalse de la quebrada Bramadero.

Por otro lado, Water Management Consultants estima una reducción de sólidos en suspensión en la quebrada Bramadero, aguas abajo del embalse de abastecimiento de agua fresca, lo cual presenta un impacto positivo bajo, debido a la alta eficiencia del embalse como poza de sedimentación, que de acuerdo con el modelo utilizado es del 97,1%. El embalse recogerá los sedimentos producidos por la construcción de la plataforma de lixiviación, pozas de operación, depósito de desmonte de construcción, área de acumulación de suelo orgánico, planta de procesamiento y otras instalaciones, no permitiendo que estas afecten la calidad del agua aguas abajo del embalse.

En cuanto al impacto de las actividades de construcción del proyecto sobre los caudales, se estima que estará constituido por la disminución del caudal en el río Pisit y en la quebrada Bramadero durante el llenado del embalse, lo cual significa un impacto negativo moderado, con un porcentaje de disminución del orden del 10% (para la época húmeda de un año promedio), principalmente por ser temporal (duraría solamente 3 meses asumiendo año promedio y bombeo desde Pisit).

Finalmente, también existe la posibilidad de la disminución de la calidad del agua superficial por derrame de materiales (insumos, reactivos, combustibles) durante el tránsito de vehículos; sin embargo, esto ha sido considerado como un riesgo y en consecuencia, las medidas de mitigación corresponden al plan de emergencias y contingencias.

#### Operación

- Reducción del caudal de las quebradas Bramadero, Pampa, El Cedro y del río Pisit durante la época húmeda de los años promedio.
- Reducción del caudal de las quebradas Bramadero, Pampa y El Cedro durante la época seca de los años promedio.
- Reducción del caudal de las quebradas Bramadero, Pampa, El Cedro y del río Pisit durante la época húmeda de los años secos.
- Reducción del caudal de la quebrada Pampa y partes altas de la quebrada El Cedro durante la época seca de los años secos.
- Incremento de los caudales en la quebrada Bramadero y en las partes bajas de la quebrada El Cedro durante la época seca de los años secos.
- Reducción del caudal de las quebradas Bramadero, Pampa y El Cedro durante la época húmeda de los años húmedos.

- Reducción del caudal de las quebradas Bramadero, Pampa y El Cedro durante la época seca de los años húmedos.

En cuanto a la calidad de las aguas superficiales, durante la etapa de operación, se construirán pozas de sedimentos en la zona baja de los depósitos, tajos y estructuras principales para así estar seguros que las aguas contengan la mínima turbidez posible. Si bien la zona mineralizada pertenece a la denominada zona de óxidos, existe la presencia de piritas y alunitas. Por este motivo, se están diseñando, aguas abajo de los depósitos de desmonte, pozas de captación de efluentes las cuales en el caso de que hubiera generación de DAR, pueden ser utilizadas para bombear éste a una planta de tratamiento de aguas ácidas. Esta planta entrará en funcionamiento a partir del segundo año de operación de la mina (cierre del tajo San Pedro Sur) lo cual estaría sujeto a la generación de DAR. Para las aguas residuales domésticas, se contará con 3 plantas de tratamiento de como se describe a continuación:

La planta de tratamiento de aguas residuales domésticas que provienen del campamento, posta médica, guardianía y áreas administrativas constará de un sistema de retención de sólidos, una estación de bombeo, cámara de regulación, tanques de aireación, sedimentador, bombeo de lodos de retorno tipo air lift, lecho de secado de lodos y cámara de desinfección. Las aguas residuales tratadas, clarificadas y desinfectadas serán descargadas a la quebrada Bramadero, previo control de calidad por parte del Área de Medio Ambiente de Minera La Zanja.

La planta de tratamiento de aguas residuales domésticas que provienen de los servicios del taller de mantenimiento contará con un tanque séptico y la disposición final de las aguas residuales será en el terreno mediante dos pozos de infiltración, previo control de calidad por parte del Área de Medio Ambiente de Minera La Zanja. Habrá también un lecho de secado de lodos para el manejo de los lodos extraídos del tanque séptico.

La planta de tratamiento de aguas residuales domésticas que procesará las aguas residuales provenientes de la Planta de Adsorción – Desorción o Planta de Proceso (donde se ubicarán los laboratorios) y del comedor. El sistema proyectado cuenta con un tanque séptico y la disposición final de las aguas residuales será en el terreno mediante un filtro intermitente de arena de 120 m<sup>2</sup> de superficie, previo control de calidad por parte del personal del Área de Medio Ambiente de Minera La Zanja. El efluente del filtro será descargado aguas abajo, en el terreno mediante un sistema de irrigación de dos tipos, el de absorción donde el área de riego estará conformada por tres ramales de zanja con tuberías perforadas protegidas con material filtrante y el de inundación donde el sistema de riego consistirá en descargar el efluente

restante tratado a una pequeña quebrada seca, existente en el área. También constará de un lecho de secado de lodos para el manejo de los lodos extraídos del tanque séptico. Los efluentes serán controlados en su calidad por parte del personal del Área de Medio Ambiente de Minera La Zanja antes de ser descargados en el terreno.

Como consecuencia de las medidas de mitigación mencionadas en los párrafos anteriores, no se espera que existan impactos negativos sobre la calidad de las aguas superficiales como consecuencia de la operación del proyecto.

Con respecto a los impactos en los caudales, estos están íntimamente relacionados con las áreas que utilizarán y perturbarán los diferentes componentes de la infraestructura del proyecto, los cuales alterarán el régimen hidrológico local siendo precisamente uno de sus efectos la disminución de los caudales a nivel local (Water Management Consultants, 2007). La misma fuente establece que la infraestructura principal que afectará los caudales es los tajos, la plataforma de lixiviación con sus pozas de operación y tormentas, los depósitos de desmonte de mina, de construcción y de suelo orgánico, el sistema de abastecimiento de agua y los pozos de agua subterránea empleados para abatir el acuífero subterráneo en la zona del tajo San Pedro Sur.

Water Management Consultants (2007), ha identificado impactos positivos, nulos y negativos para tres escenarios climáticos (año promedio, año seco con período de retorno de 10 años y año húmedo con período de retorno de 10 años) y para distintos cuerpos de agua superficial (quebradas Bramadero, Pampa, El Cedro y el río Pisit), comparando dos escenarios de proyecto (sin proyecto y con el proyecto desarrollado al 100% pero antes del cierre considerando un caudal adicional de 20 L/s aguas abajo del embalse Bramadero).

A continuación se describen los impactos del proyecto sobre las aguas superficiales, los cuales fueron identificados y evaluados por Water Management Consultants (2007). Debido a esto, los impactos sobre el agua superficial no han sido evaluados utilizando la metodología RIAM. Para la presentación de los impactos predichos por el modelo, Water Management Consultants (2007) adoptó una escala de impactos que considera la disminución de caudales, que induciría el proyecto. El criterio que se utilizó para definir la escala de impactos se basó en tomar como referencia el error de medición de caudales, incluyendo el efecto conjunto del error de los equipos de medición y de los operadores que realizan los aforos. De acuerdo con la experiencia, el error de medición de caudales en cursos de agua de montaña similares al Proyecto La Zanja, oscila normalmente entre 8% a 12%, con un promedio de 10%. Por lo tanto, un impacto del 10% está en el orden de incertidumbre del caudal real que escurre. Se

consideró este valor de 10% como valor de referencia. La escala de impactos se resume a continuación, considerando valores negativos para identificar la disminución de caudales:

- Impacto moderado a alto: disminución mayor a -10%
- Impacto bajo: disminución entre -5% y -10%
- Impacto muy bajo: disminución menor a -5%
- Impacto nulo o positivo: igual o mayor a 0%

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, Water Management Consultants (2007) ha identificado los siguientes impactos potenciales:

- Año Promedio – Época húmeda:  
Se esperan impactos negativos moderados a altos (disminución de caudal mayor al 10%) en la quebrada Bramadero, justo aguas arriba de sus puntos de confluencia con las quebradas Cocán, Pampa y El Cedro; en la quebrada Pampa justo aguas arriba de su punto de confluencia con la quebrada Bramadero y en la quebrada El Cedro, aguas abajo de la quebrada Bramadero. Un impacto negativo bajo (disminución de caudal entre 5% y 10%) se espera en la quebrada El Cedro, aguas arriba de Pulán. Se esperan impactos negativos muy bajos (disminución de caudal menor al 5%) en la quebrada El Cedro, aguas abajo del depósito de desmonte de mina San Pedro Sur y justo aguas arriba de su punto de confluencia con la quebrada Bramadero.

Para el río Pisit se esperan impactos negativos muy bajos aguas abajo de la estación de bombeo, aguas abajo de la quebrada Vizcachas y aguas arriba de su punto de confluencia con el río Reque.

- Año Promedio – Época seca (estiaje):  
Impactos negativos moderados a altos se esperan en la quebrada Bramadero, justo aguas arriba de sus puntos de confluencia con las quebradas Cocán y El Cedro; en la quebrada Pampa, justo aguas arriba de su punto de confluencia con la quebrada Bramadero. Se esperan impactos negativos bajos en la quebrada Bramadero, justo aguas arriba de su punto de confluencia con la quebrada Pampa y en la quebrada El Cedro, aguas abajo de la quebrada Bramadero. Los impactos negativos muy bajos se esperan para la quebrada El Cedro, aguas abajo del depósito de desmonte de mina San Pedro Sur y justo aguas arriba de su punto de confluencia con la quebrada Bramadero.

No se espera ningún impacto (impacto nulo) para el río Pisit debido a que durante la época seca o estiaje no habrá bombeo desde el mismo.

- Año seco con periodo de retorno de 10 años - Época húmeda:  
Se espera que los impactos negativos moderados a altos se produzcan en la quebrada Bramadero, justo aguas arriba de sus puntos de confluencia con las quebradas Cocán, Pampa y El Cedro; en la quebrada Pampa, justo aguas arriba de su punto de confluencia con la quebrada Bramadero y en la quebrada El Cedro aguas abajo de la quebrada Bramadero. Los impactos negativos bajos se esperan en la quebrada El Cedro, aguas arriba de la confluencia con quebrada Bramadero y aguas arriba de Pulán, y en el río Pisit aguas abajo de la estación de bombeo y de la quebrada Vizcachas. Impactos negativos muy bajos se esperan en la quebrada El Cedro, aguas abajo del depósito de desmonte de mina San Pedro Sur y en el río Pisit aguas arriba de la confluencia con el río Reque.

No se esperan impactos nulos ni positivos para ninguno de los caudales evaluados.

- Año seco con periodo de retorno de 10 años - Época seca:  
Para este escenario, se esperan impactos negativos moderados o altos para la quebrada Pampa justo aguas arriba de su punto de confluencia con la quebrada Bramadero y para la quebrada El Cedro justo aguas arriba de su punto de confluencia con la quebrada Bramadero.

No se espera ningún impacto para el río Pisit debido a que durante la época seca o estiaje no habrá bombeo desde el mismo.

Los impactos positivos se estarían dando en la quebrada Bramadero, justo aguas arriba de sus puntos de confluencia con las quebradas Cocán, Pampa y El Cedro; en la quebrada El Cedro, aguas abajo de la quebrada Bramadero y aguas arriba de Pulán.

- Año húmedo con periodo de retorno de 10 años - Época húmeda:  
Se esperan impactos negativos moderados a altos en la quebrada Bramadero, justo aguas arriba de sus puntos de confluencia con las quebradas Cocán, Pampa y El Cedro; en la quebrada Pampa justo aguas arriba de su punto de confluencia con la quebrada Bramadero y en la quebrada El Cedro, aguas abajo de la quebrada Bramadero. Para este escenario no se esperan impactos negativos bajos sobre ningún cuerpo de agua considerado en el estudio. Sin embargo, impactos negativos muy bajos

sí son esperados en la quebrada El Cedro, aguas abajo del depósito de desmonte San Pedro Sur, justo aguas arriba de su punto de confluencia con la quebrada Bramadero y aguas arriba de Pulan.

No se espera ningún impacto para el río Pisit debido a que por ser un año húmedo, el mayor caudal del río compensaría el caudal extraído por el bombeo.

- Año húmedo con periodo de retorno de 10 años - Época seca:  
Se esperan impactos negativos moderados a altos en la quebrada Bramadero, justo aguas arriba de sus puntos de confluencia con las quebradas Cocán, Pampa y El Cedro; en la quebrada Pampa justo aguas arriba de su punto de confluencia con la quebrada Bramadero y en la quebrada El Cedro, aguas abajo de la quebrada Bramadero. No se esperan impactos negativos bajos sobre ningún cuerpo de agua considerado en el estudio. Sin embargo, impactos negativos muy bajos sí son esperados en la quebrada El Cedro, aguas abajo del depósito de desmonte de mina San Pedro Sur, justo aguas arriba de su punto de confluencia con la quebrada Bramadero y aguas arriba de Pulan.

No se espera ningún impacto para el río Pisit debido a que durante la época seca o estiaje no habrá bombeo desde el mismo.

La Figura 5.5 muestra la ubicación de los puntos de evaluación de impactos a los caudales mientras que el Cuadro 5.2 muestra un resumen, elaborado a partir de las tablas del documento de Water Management Consultants (2007).

**Cuadro 5.2**  
**Resumen de impactos (variaciones porcentuales) en los**  
**caudales de aguas superficiales**

Descripción del punto	N°	Año Promedio (%)		Año Seco (%)		Año Húmedo (%)	
		Ep. Húm	Ep. Seca	Ep. Húm	Ep. Seca	Ep. Húm	Ep. Seca
<b>Quebrada Bramadero</b>							
Aguas arriba de la confluencia con quebrada Cocan	1	-38,8	-10,9	-55,5	71,1	-30,5	-42,3
Aguas arriba de la confluencia con quebrada Pampa	2	-24,4	-6,5	-28,5	30,9	-18,4	-25,7
Aguas arriba de la confluencia con quebrada El Cedro	3	-25,3	-16,7	-28,1	1,4	-21,4	-28,8
<b>Quebrada Pampa</b>							
Aguas arriba de la confluencia con quebrada Bramadero	4	-27,0	-38,0	-27,1	-42,5	-27,0	-35,5
<b>Quebrada El Cedro</b>							
Aguas abajo de la confluencia con quebrada Bancuyoc	5	-2,6	-2,6	-2,5	-2,6	-2,6	-2,6
Aguas arriba de la confluencia con quebrada Bramadero	6	-3,4	-3,6	-8,0	-10,8	-3,8	-3,6
Aguas abajo de la confluencia con quebrada Bramadero	7	-11,6	-8,6	-14,1	2,9	-10,1	-12,9
Aguas arriba Pulan	8	-5,1	-3,3	-6,0	0,9	-4,1	-4,8
<b>Río Pisit</b>							
Aguas abajo estación de bombeo	9	-1,9	0,0	-7,3	0,0	0,0	0,0
Aguas abajo quebrada Vizcachas	10	-1,4	0,0	-5,5	0,0	0,0	0,0
Aguas arriba confluencia Río Reque	11	-0,8	0,0	-2,9	0,0	0,0	0,0



De acuerdo con Water Management Consultants (2007), los impactos evaluados se basan en un modelo hidrológico que fue calibrado con pocos datos de caudales, por lo que se hace necesario continuar con los aforos en los puntos de la red de monitoreo del Proyecto La Zanja. La información de caudales recolectada en los futuros monitoreos conjuntamente con datos de precipitación de la estación meteorológica del campamento La Zanja que cubra el mismo período de los aforos, servirán para recalibrar el modelo hidrológico y confirmar las presentes predicciones.

También existe la posibilidad de una disminución de la calidad del agua superficial por derrame de materiales (insumos, reactivos, combustibles) durante el tránsito de vehículos; sin embargo, esto ha sido considerado como un riesgo y en consecuencia las medidas de mitigación corresponden al plan de emergencias y contingencias.

#### Cierre y post cierre

- Impacto en la cantidad del agua superficial como consecuencia de las actividades de cierre de los tajos, revegetación de la pila de lixiviación y depósitos de desmonte mina, y desmantelamiento de la planta de procesamiento e instalaciones auxiliares.

Se estima que como balance final de las actividades de cierre, descritas en el Plan de Cierre Conceptual del EIA, presente impactos negativos muy bajos sobre este componente. Esto, debido al retorno en parte del área del proyecto a las condiciones similares a las originales.

### **5.4.6 Aguas subterráneas**

#### ***Impactos residuales***

Para la estimación de los impactos sobre las aguas subterráneas, se siguió la siguiente metodología (Water Management Consultants, 2007):

- Recopilación de información hidrogeológica obtenida en la línea base.
- Recopilación de información de calidad del agua subterránea obtenida en la línea de base.
- Balances de aguas en las principales estructuras del proyecto.
- Estimación de escorrentías e infiltraciones utilizando el modelo HELP desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos.
- Se utilizó el modelo MODFLOW desarrollado por el Servicio Geológico de los Estados Unidos que permite simular el escurrimiento tridimensional de aguas subterráneas en condiciones saturadas.

- Ensayos para estimar el potencial de generación de drenaje ácido, incluyendo pruebas como pH pasta, conteo ácido base (ABA), geoquímica y pruebas de lixiviación (SPLP) así como pruebas dinámicas (celdas de humedad).
- Levantamiento de información de usos del agua en el área del proyecto que incluye georreferenciación de los puntos de abastecimiento de agua para las poblaciones cercanas, tipos de fuente, medición de caudales e información de la utilización del agua.

A continuación, se mencionan los impactos residuales y riesgos que puedan generar las actividades sobre el agua subterránea. Asimismo, en la Tabla 5.8 se presentan los resultados del análisis final de los impactos.

#### Construcción

- Reducción del acuífero por su utilización para fines del proyecto (consumo y construcción).
- Reducción del acuífero por abatimiento de la napa freática anteriormente a las operaciones del tajo San Pedro Sur.
- Posibilidad de disminución de la calidad del agua subterránea como consecuencia de un derrame e infiltración de materiales (insumos, reactivos o combustibles) durante el transporte de los mismos.

Los usos que se dará al agua subterránea durante esta etapa del proyecto son básicamente para uso doméstico y para las actividades de construcción de las instalaciones del proyecto, tales como la preparación de hormigón, agua contra incendio, riego de caminos de servicio, entre otros. El agua será bombeada desde las instalaciones ubicadas en la pampa Del Bramadero, lo que originará la reducción del acuífero en este sector; sin embargo, para el caso de agua doméstica, ésta será complementada con agua embotellada, por lo que finalmente este impacto recibe una calificación de impacto negativo muy bajo.

Asimismo, durante esta etapa del proyecto en el área del tajo San Pedro Sur se bombeará con el fin de abatir los niveles freáticos antes del inicio de las operaciones del mismo tajo. Sin embargo, se considera que este impacto tiene un efecto negativo muy bajo sobre los flujos de base en la sub cuenca de la quebrada El Cedro.

Por otro lado, existe la posibilidad de la disminución de la calidad del agua subterránea como consecuencia de un derrame e infiltración de materiales (insumos, reactivos, combustibles) durante el transporte de los mismos; sin embargo, esto ha sido considerado como un riesgo, en

consecuencia, las medidas de mitigación corresponden al plan de emergencias y contingencias.

#### Operación

- Disminución de la recarga del acuífero subterráneo por la presencia de las instalaciones mineras y los sistemas de drenaje asociados, los cuales interceptan localmente la precipitación.
- Posibilidad de disminución de la calidad el agua subterránea por derrame de lixiviados.
- Posibilidad de infiltraciones de aguas ácidas desde los depósitos de desmonte de mina San Pedro Sur y Pampa Verde.

Debido al potencial de generación de drenaje ácido en los depósitos de desmonte de mina y tajos, pueden generarse infiltraciones de aguas ácidas y entrar en contacto con el agua subterránea. Sin embargo, debido a que se consideran estructuras de derivación de aguas de escorrentía así como el encapsulamiento de los depósitos de desmontes, la probabilidad de ocurrencia de este impacto se reduce. Además las aguas que potencialmente hayan entrado en contacto con fuentes de acidez serán tratadas y luego reutilizadas en el proceso, por lo que no se esperan impactos ambientales negativos sobre la calidad del agua subterránea en el área de las actividades mineras.

De acuerdo con los estudios de línea base realizados por Water Management Consultants, se concluye que durante las operaciones en la zona de Pampa Verde, no existirá interferencia de agua subterránea, debido a que el nivel de la misma se encuentra por debajo de la cota inferior del tajo.

En el caso de San Pedro Sur, los sondeos realizados interceptaron aguas subterráneas por encima de la cota inferior del tajo y el balance de aguas según el modelo indica que para un año seco, el aporte anual es de 2,2 L/s y para un año húmedo el aporte anual aumenta a 3,9 L/s; sin embargo, estos caudales presentan un efecto insignificante sobre los flujos de base en la sub cuenca de la quebrada El Cedro.

Para evaluar los impactos potenciales del Proyecto La Zanja en los caudales de base de la quebrada El Cedro y sus tributarios, Water Management Consultants representó el acuífero ubicado en la cuenca con un modelo numérico de escurrimiento de aguas subterráneas.

El modelo numérico se construyó utilizando el código MODFLOW desarrollado por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (McDonald y Harbaugh, 1988-2005). Este es un programa de modelación del flujo hidrogeológico que permite simular el escurrimiento tridimensional de aguas subterráneas en condiciones saturadas, representando una variedad de mecanismos de recarga y descarga. El uso de MODFLOW presenta las siguientes ventajas:

- Es un código estándar en el modelamiento hidrogeológico, que ha sido evaluado rigurosamente y utilizado en un vasto número de aplicaciones.
- Es aplicable a estudios de modelación a escala semi-regional y regional.
- Incluye programas de pre-procesamiento y post-procesamiento confiables y relativamente fáciles de usar.
- Interactúa con códigos de simulación de rastreo de partículas, de flujo con densidad variable y de transporte, procurando los datos de flujo requeridos por estos códigos.

El modelo MODFLOW se construyó utilizando el programa de pre y post-procesamiento Groundwater Vistas 4.21 (Environmental Simulations Inc., 1996-2005). Los resultados se presentan en el Cuadro 5.3.

**Cuadro 5.3**  
**Resumen de simulaciones predictivas (variaciones porcentuales)**  
**en los caudales base**

Punto	Año promedio (%)	Año Seco (%)		Año Húmedo (%)	
		Periodo de retorno 5 años	Periodo de retorno 10 años	Periodo de retorno 5 años	Periodo de retorno 10 años
MA-2	-7	-8	-9	-5	-4
MA-4	-24	-100	-	-23	-18
MA-10	-11	-16	-20	-9	-8
MA-11	-53	-66	-79	-49	-49
MA-12	-28	-68	-100	-29	-25
MA-14	-11	-16	-20	-9	-8
MA-15	-25	-65	-88	-23	-19

Las reducciones en los caudales de base asociados con el desarrollo del proyecto minero en un año de precipitación promedio varían entre 1,7 L/s (-53%) en el punto de aforo MA-11 y 10,6 L/s (-7%) en el punto MA-2, que se encuentra en la desembocadura de la sub-cuenca de la quebrada El Cedro. Cabe destacar que la reducción significativa en porcentaje en el caudal en

MA-11 es debida a la baja magnitud del caudal simulado en este punto de aforo. La reducción en caudal de 1,7 L/s corresponde a aproximadamente 1% del caudal simulado en MA-2. Asimismo, la reducción del caudal de base en MA-2 de 7% tiene el mismo orden de magnitud del error de medición de caudal, el cual es de aproximadamente 10% considerando el efecto conjunto del error de los equipos de medición y de los operadores que realizan las mediciones en campo.

Los caudales de base disminuyen a cero en MA-4 y MA-12 en años secos con periodo de retorno de 5 y 10 años, respectivamente. Las reducciones de los caudales en los puntos de aforo restantes varían entre 1,0 (-79%) y 12,7 L/s (-20%) en MA-11 y MA-10. La reducción de la recarga en los años secos es mucho mayor que la reducción inducida por las operaciones mineras y afecta de manera más significativa a los flujos de base. En particular, el flujo de base en MA-2 se reduce de aproximadamente 35-40% en los años secos considerados, mientras su reducción ulterior debida al proyecto minero es inferior al 10%.

Para años húmedos con periodos de retorno de 5 y 10 años la reducción en los caudales de base varia entre 1.6 L/s (-49%) en MA-11 y 9.3 L/s (-5%) en MA-2, y entre 1.7 L/s (-18%) en MA-4 y 8.3 L/s (-4%) en MA-2. Las operaciones mineras inducen reducciones del caudal superiores a 3 L/s, o superiores al 20% en porcentaje en el punto MA-12, que se encuentra inmediatamente aguas abajo del embalse en la quebrada Bramadero.

Por lo expuesto en los párrafos anteriores, se estima que en la etapa de operación, la disminución de la recarga del acuífero subterráneo por la presencia de las instalaciones mineras y los sistemas de drenaje asociados, presentan un impacto negativo bajo.

Por otro lado, la infiltración al subsuelo de soluciones de lixiviación y de las pozas de operación es muy poco probable, dadas las consideraciones de diseño, que incluyen capas de baja permeabilidad y geomembranas. De manera similar, la posibilidad de infiltraciones de aguas ácidas desde los depósitos de desmonte es mínima puesto que el material generador de drenaje ácido será encapsulado. Por ello, se les considera sólo como riesgos.

#### Cierre y post cierre

- Impacto en el nivel del agua subterránea como consecuencia de las actividades de cierre de algunas instalaciones mineras.

La evaluación de la etapa integrada cierre y post cierre, concluye que los impactos serán negativos muy bajos, debido a la alteración del acuífero subterráneo por la presencia de parte de la infraestructura del proyecto.

## **5.5 Impactos al ambiente biológico**

### **5.5.1 Flora y vegetación**

#### **Actividades que generan impacto o riesgo**

Las actividades de construcción, operación, cierre y post cierre que generarán impactos o riesgos sobre la flora y vegetación se mencionan a continuación:

#### Construcción

- Preparación de áreas de acumulación de suelo orgánico y disposición del mismo
- Preparación de los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde
- Construcción del depósito de desmonte de construcción y disposición del mismo
- Construcción del depósito de desmonte de mina
- Construcción de la plataforma de lixiviación
- Construcción de planta de procesamiento
- Construcción de instalaciones auxiliares
- Construcción de las obras de abastecimiento de agua fresca
- Extracción de material de préstamo (canteras)
- Habilitación de vías de acceso internas

#### Operación

- Extracción de mineral de los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde

#### Cierre y post cierre

- Cierre de los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde
- Lavado, reconfiguración y revegetación de la pila de lixiviación
- Estabilización física, química y revegetación de los depósitos de desmonte de mina
- Cierre de canteras
- Cobertura con suelo orgánico y revegetación de las áreas perturbadas

#### **Impactos residuales**

Para la determinación de impactos sobre la flora y vegetación se llevó a cabo la siguiente metodología:

- Recopilación de la información obtenida en la línea base, que incluye los listados de especies de flora presentes en el área de estudio e identificación de las formaciones vegetales presentes.
- Mapeo de las formaciones vegetales identificadas en la línea base. Estas formaciones incluyen: bofedal, césped de arroyo, pajonal de jalca, matorral, bosque de neblina, vegetación de abrigo rocoso, vegetación de roquedal y vegetación de fondo de quebrada.
- Mapeo de las áreas previstas a ser impactadas por las actividades del proyecto sobre las formaciones vegetales descritas en la línea base.
- Cálculo de las áreas con cobertura vegetal afectadas por emplazamiento de infraestructura del proyecto (Gráfico 5.2).
- Comparación del listado de especies que poseen algún estatus de conservación con las áreas a intervenir.

A continuación se mencionan los impactos residuales o riesgos que puedan generar las actividades sobre la flora y vegetación. Asimismo, se presentan los resultados del análisis final de impacto.

#### Construcción

- Pérdida de cobertura vegetal (pajonal, matorral, bofedal y roquedal) como consecuencia de remoción de tierras por:
  - Disposición de suelos orgánicos
  - Preparación de los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde
  - Llenado del depósito de desmonte de construcción
  - Extracción de material de préstamo (canteras)
  - Habilitación de vías de acceso internas
  - Emplazamiento de infraestructura de los depósitos de desmonte de mina San Pedro Sur y Pampa Verde
  - Emplazamiento de infraestructura de plataforma de lixiviación
  - Emplazamiento de infraestructura de planta de procesamiento e instalaciones auxiliares
- Pérdida de cobertura vegetal (pajonal y bofedal) como consecuencia de la inundación del embalse de abastecimiento de agua fresca
- Pérdida de cobertura vegetal (bosque de neblina) como consecuencia de remoción de tierras por habilitación de la vía de acarreo entre Pampa Verde y San Pedro Sur.

Para una mejor comprensión de los impactos de esta etapa del proyecto sobre el componente flora y vegetación se ha dividido el análisis en dos sub componentes:

*Flora y vegetación de pajonal, matorral, bofedal y roquedal*

La calificación final de los impactos de esta etapa del proyecto sobre este tipo de vegetación va desde impactos negativos a impactos negativos significativos.

Los impactos asociados a la disposición de suelos orgánicos, disposición de desmonte de construcción, construcción de la planta de procesamiento y acondicionamiento del tajo San Pedro Sur sobre la flora y vegetación de pajonal, bofedal, matorral y roquedal presentan calificaciones finales de impactos negativos, debido a la inexistencia de especies de particular importancia desde el punto de vista de conservación, así como a las regulares áreas de perturbación. Estos impactos son de magnitud de cambio negativo y en su mayoría son temporales y reversibles, debido a que los trabajos de cierre y rehabilitación incluirán revegetación de zonas afectadas.

Asimismo, los impactos esperados por la construcción de la plataforma de lixiviación y el depósito de desmonte de mina San Pedro Sur sobre este mismo tipo de vegetación presentan una calificación final de impactos negativos moderados, debido a que si bien la mayor parte del área a afectar está cubierta por pajonal y sin especies de particular importancia desde el punto de vista de conservación, la extensión a perturbar es considerable. Estos impactos son de magnitud considerada como cambio negativo significativo, además de ser temporales y reversibles.

Finalmente, también se tienen impactos con calificación final de impacto negativo significativo como consecuencia de la inundación del embalse de abastecimiento de agua y por la remoción de tierras para la extracción de material de préstamo, los cuales implican la pérdida completa, permanente e irreversible de la vegetación.

De manera general para este tipo de flora y vegetación se verán afectadas por remoción de tierras aproximadamente 106,80 ha de pajonal, 14,6 ha de matorral, 16,80 ha de bofedal y 2,60 ha de roquedal (Tabla 5.9 y Figura 5.6). La vegetación afectada en mayor área será la formación vegetal de pajonal. Se estima que las especies más afectadas serán:

- *Calamagrostis tarmensis* y *Calamagrostis* sp “ichu”, *Carex* aff. *macloviana* y *Carex* sp. “cortadera”, *Paspalum bonplandianum* “nudillo blanco” y *Cotula australis* “berro blanco” en la formación vegetal de pajonal.



- *Hypericum laricifolium* “chinchango”, *Ageratina excertovenosa* “caballoquero”, *Orthrosanthus chimborascensis* “chilchil”, *Brachyotum spp.* y *Miconia spp.* “zarcilleja” en la formación vegetal de matorral.
- *Lycipomia sp.*, *Cotula australis* “berro blanco” y *Paspalum bonplandianum* “nudillo blanco” en la formación vegetal de bofedal.
- *Blechnum loxense* y *Elaphoglossum sp.* “gara gara”, *Gamochaeta sp.* “lechuguilla”, *Gynoxis sp.* “palo blanco” y *Hieracium sp.* “achicoria” en la formación vegetal de roquedal.

#### *Flora y vegetación de bosque de neblina*

Se espera un impacto con una calificación final de impacto significativo negativo, por la construcción de una carretera para el transporte de mineral desde el tajo Pampa Verde hasta la plataforma de lixiviación localizada en la pampa Del Bramadero, la cual afectará aproximadamente 3,5 ha de bosque de neblina (Figura 5.6). En esta formación vegetal, se esperan los mayores impactos debido a la fragilidad del ecosistema y pueden verse afectadas algunas especies que poseen categorías especiales de conservación, citadas en la Tabla 3.37. Las especies *Weinmannia sp.* “chichir”, “panrro”, *Miconia sp.* “naranjillo”, *Clusia sp.* “laluch” ese estiman que serán las más afectadas en esta formación vegetal. Este impacto presenta una magnitud de cambio negativo significativo, además de ser temporal y reversible.

#### Operación

- Pérdida de cobertura vegetal por rodadura de material durante la explotación de los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde.

Para una mejor comprensión de los impactos de esta etapa del proyecto sobre el componente flora y vegetación, se ha dividido el análisis en dos sub componentes:

#### *Flora y vegetación de pajonal, roquedal, bofedal y matorral*

El impacto de la etapa de operación sobre la vegetación de pajonal, roquedal y matorral se producirá como consecuencia de la caída de los fragmentos de roca generados por las voladuras en los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde. (Figura 5.6). Éste es calificado finalmente como impacto negativo moderado. Este impacto presenta una magnitud de cambio negativo significativo, además de ser reversible y temporal.

*Flora y vegetación de bosque de neblina*

El impacto del proyecto sobre la flora y vegetación del bosque de neblina durante la etapa de operación, se califica finalmente como impacto negativo significativo, debido a que si bien la formación de bosque de neblina ya ha sido perturbada por la tala indiscriminada y cambio de uso de tierra por parte de la población local, las operaciones mineras pueden acrecentar dichos efectos negativos. Se estima que aproximadamente 20,00 ha de vegetación de bosque de neblina serán afectadas por fragmentos de roca generados por las voladuras de los tajos. Asimismo, este impacto se considera de magnitud de cambio negativo significativo debido a la posibilidad de afectar especies protegidas (Tabla 3.37), además de ser temporal y reversible. Es necesario indicar que la empresa se propone llevar a cabo actividades de conservación, a fin de proteger la biodiversidad de amenazas como la tala y quema con fines ganaderos o de ampliación de la frontera agrícola; por lo que el impacto podría ser menor al esperado.

Cierre y post cierre

- Colonización de las áreas revegetadas con especies nativas o exóticas con el consecuente inicio del proceso de sucesión vegetal.
- Posibilidad de competencia de especies exóticas empleadas en la revegetación con las especies nativas.

El efecto de la colonización de las áreas revegetadas como consecuencia del desarrollo de las actividades de cierre, se califica finalmente como un impacto moderado positivo para la flora y vegetación de pajonal, roquedal, bofedal y matorral y como impacto significativo positivo para la flora y vegetación del bosque de neblina. Se estima que la vegetación que presente menor capacidad de retorno a las condiciones iniciales sea el bofedal debido al cambio en el relieve y en la red de drenaje. Estos impactos presentan magnitudes de mejora significativa además de ser permanentes.

Si bien se pondrá énfasis en la revegetación utilizando especies nativas, es probable que durante las primeras etapas de rehabilitación se utilicen especies exóticas efímeras con el fin de cubrir rápidamente las superficies expuestas y evitar la erosión. Estas especies podrían dispersarse potencialmente a otras áreas y competir con la flora local por luz, agua o nutrientes; sin embargo, esto es poco probable, dadas las condiciones climáticas a las que están mejor adaptadas las plantas nativas y a las precauciones que tomará Minera La Zanja durante los trabajos de cierre y rehabilitación, se le considera como un riesgo que debe tenerse en cuenta.

## **5.5.2 Fauna**

### **Actividades que generarán impactos o riesgos**

Las actividades de construcción, operación, cierre y post cierre que generarán impactos o riesgos sobre la fauna se mencionan a continuación:

#### Construcción

- Preparación de áreas de acumulación de suelo orgánico y disposición del mismo
- Preparación de los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde
- Construcción del depósito de desmonte de construcción y disposición del mismo
- Construcción del depósito de desmonte de mina
- Construcción de la plataforma de lixiviación
- Construcción de planta de procesamiento
- Construcción de instalaciones auxiliares
- Construcción de las obras de abastecimiento de agua fresca
- Extracción de material de préstamo (canteras)
- Tránsito de vehículos (insumos, equipos y personal)
- Habilitación de vías de acceso internas

#### Operación

- Extracción de mineral de los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde
- Carguío y transporte de material hacia la plataforma de lixiviación y depósitos de desmonte de mina
- Disposición del mineral en la plataforma de lixiviación
- Disposición del desmonte de mina en los depósitos de San Pedro Sur y Pampa Verde
- Lixiviación del mineral
- Operación de planta de procesamiento
- Operación de instalaciones auxiliares
- Operación del sistema de abastecimiento de agua fresca
- Tránsito de vehículos (insumos, equipos y personal)

#### Cierre y post cierre

- Cierre de los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde
- Lavado, reconfiguración y revegetación de la pila de lixiviación
- Estabilización física, química y revegetación de los depósitos de desmonte de mina
- Desmantelamiento de la planta de procesamiento
- Desmantelamiento de las instalaciones auxiliares
- Cierre de canteras

- Cobertura con suelo orgánico y revegetación de las áreas perturbadas.
- Tránsito de vehículos para transporte de material y personas para actividades de cierre

### ***Impactos residuales***

La metodología empleada para la estimación de impactos sobre la fauna se detalla a continuación:

- Recopilación de la información obtenida en la línea base, que incluye los listados de especies de fauna presentes en el área de estudio e identificación de los hábitats presentes.
- Revisión de las características de la fauna presente en función de su pertenencia a alguna categoría especial de conservación, sensibilidad, prioridad de investigación, etc.
- Empleo de métodos cuantitativos como: cálculo de índices de diversidad local y regional, análisis estadísticos como pruebas “t” para establecer diferencias entre áreas a impactar y áreas control, análisis jerárquicos utilizando dendrogramas, análisis de amplitud de nicho y curvas de especie área (Anexo L).
- Mapeo de las áreas a intervenir, teniendo en cuenta los hábitats afectados.
- Recopilación de información de impactos sobre los componentes físicos pertinentes para la fauna, como agua, aire, suelos, flora y vegetación.
- Estimación de impactos por generación de ruidos, teniendo como base información de características de cada especie y el estudio de impacto acústico presentado en el Anexo E.

A continuación se mencionan los impactos residuales y riesgos que pueden generar las actividades del proyecto sobre la fauna. Asimismo, se presentan los resultados del análisis final del impacto.

### **Construcción**

- Pérdida de hábitat por disminución de cobertura vegetal debido a:
  - Preparación de área de acumulación de suelos orgánicos y disposición del mismo
  - Actividades de preparación de tajos San Pedro Sur y Pampa Verde
  - Construcción del depósito de desmonte de construcción y disposición del mismo
  - Construcción de los depósitos de desmonte de mina San Pedro Sur y Pampa Verde

- Construcción de la plataforma de lixiviación
  - Construcción de planta de procesamiento e instalaciones auxiliares
  - Inundación del embalse de abastecimiento de agua fresca
  - Extracción de material de préstamo (canteras)
  - Habilitación de vías de acceso internas
- Alejamiento de algunas especies por ruido debido a:
- Preparación de área de acumulación de suelos orgánicos y disposición del mismo
  - Actividades de preparación de los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde
  - Construcción del depósito de desmonte de construcción y disposición del mismo
  - Construcción del depósito de desmonte de mina San Pedro Sur y Pampa Verde
  - Construcción de la plataforma de lixiviación
  - Construcción de planta de procesamiento e instalaciones auxiliares
  - Construcción de las obras de abastecimiento de agua fresca
  - Extracción de material de préstamo (canteras)
  - Actividades de habilitación de vías de acceso internas
  - Tránsito de vehículos

Los impactos asociados a la construcción se califican finalmente dentro de un rango que va de impactos negativos a impactos significativos negativos debido a la variabilidad de los efectos dependiendo de las especies y los hábitats involucrados. Estos impactos presentan magnitudes que van de cambio negativo a cambio negativo significativo, además de ser principalmente temporales y reversibles.

Las especies de anfibios afectadas por la remoción de tierras y consecuente pérdida de hábitat bofedal son: *Bufo cophotis* “sapo”, *Phrynopus sp.* y *Gastrotheca monticola*. Existe también la posibilidad de afectar a la especie *Eleutherodactylus sp.* Estas especies también serán afectadas por el drenaje de los bofedales de la pampa Del Bramadero debido a que durante sus fases juveniles presentan una forma de vida acuática como renacuajos.

Como consecuencia de la pérdida de hábitat pajonal de jalca, también se verán afectados los reptiles *Stenocercus melanopygus* “lagartija escorpión” y “lagartija”.

En el caso de las labores de construcción en la zona de pajonal de jalca, roquedal, bofedal y matorral, se estima que las especies de avifauna más afectadas serán aquellas que presentan sensibilidades medias como *Upucerthia serrana* “bandurrita peruana”, *Asthenes flammulata* y *Asthenes humilis* “canasteros”, *Vanellus resplendens* “lique-lique”, entre otras (Tabla 3.40). Estas especies son consideradas como “especies clave” o “especies indicadoras”, dada su sensibilidad y abundancia relativamente alta en la zona que en conjunto representan adecuadas condiciones para monitorear su variabilidad tanto espacial como temporalmente.

Entre los mamíferos, se estima que las especies más afectadas por pérdida de hábitat serán los roedores como *Cavia tschudii* “quitacuy” y *Thomasomys cinereus* “ratón”, que viven en oquedades del pajonal de jalca que se verá afectado por la remoción de tierras. La especie *Pseudalopex culpaeus* “zorro andino” se verá afectada principalmente por las labores de remoción de tierras y el ruido generado por las mismas actividades. La respuesta más probable de esta especie será el alejamiento temporal de las áreas en construcción; sin embargo, es probable que transcurrido un periodo de tiempo, se acerque al área en busca de alimento, debido a su rápido acondicionamiento a la presencia humana.

### Operación

- Pérdida de hábitat por disminución de cobertura vegetal debido a la rodadura de material durante la extracción del mineral del tajo San Pedro Sur y Pampa Verde.
- Alejamiento de algunas especies por generación de ruido y vibraciones como consecuencia de:
  - Extracción de mineral de los tajos (voladuras).
  - Transporte de material hacia la plataforma de lixiviación y depósitos de desmonte de mina.
  - Disposición del mineral en la plataforma de lixiviación.
  - Disposición del desmonte de mina.
  - Operación de la planta de procesamiento e instalaciones auxiliares.
- Alejamiento de algunas especies por generación de gases, ruido y vibraciones como consecuencia del tránsito de vehículos.
- Posibilidad de colisiones de la fauna con vehículos de transporte.
- Posibilidad de daños a la fauna por derrames de insumos, reactivos o lixiviados.
- Posibilidad de daños a la avifauna por ingreso a las pozas de solución enriquecida.

Las labores de operación de los tajos, afectarán especies de fauna que habitan diversas formaciones vegetales, estos impactos presentan calificaciones finales de impacto negativo para hábitats de tipo pajonal, matorral y roquedal, y de impacto negativo moderado para hábitats de bosque de neblina.

Los impactos sobre la fauna terrestre de bosque de neblina causado por la emisión de ruidos se califican finalmente como impactos negativos moderados, debido principalmente a la perturbación de fauna sensible. Estos impactos presentan una magnitud de cambio negativo además de ser temporales y reversibles.

Con calificación final de impactos negativos, se tienen los impactos por generación de ruidos sobre la fauna terrestre de los otros hábitats (pajonal, bofedal, roquedal y matorral) dada la menor sensibilidad de la fauna y a la menor importancia del componente ambiental. Estos impactos presentan una magnitud de cambio negativo además de ser temporales y reversibles.

La pérdida de hábitat, el ruido producido por las voladuras así como las vibraciones de la maquinaria pesada podrían ahuyentar a algunas especies o afectar su comportamiento y hábitos de alimentación. Las especies de avifauna más afectadas serán aquellas catalogadas como de mayor sensibilidad (Stotz *et al*, 1996, ver Tabla 3.40), entre ellas tenemos a *Grallaria squamigera* “hormiguero ondulado”, *Pseudocolaptes boissonneautii* “cotí blanco”, *Automolus ruficollis* “limpiafollaje cuellirufo”, *Saltator cinctus* “pepitero enmascarado”, y *Mecocerculus stictopterus* “tiranillo albibandeado”. En el Gráfico 3.40 se aprecia el considerable número de especies que presentan sensibilidad media a las perturbaciones y en menor grado las especies de sensibilidad alta. Asimismo, existen especies de aves amenazadas que podrían ser afectadas como *Automolus ruficollis* y *Penelope barbata* “pava barbuda”. Esta última especie viene siendo cazada por los pobladores locales.

La especie *Odocoileus virginianus* “venado gris” se verá afectada por el ruido generado por las voladuras, maquinaria en los tajos y carretera entre el tajo Pampa Verde y la plataforma de lixiviación de pampa Del Bramadero, alejándose de los focos de emisión sonora. Actualmente, esta especie soporta una significativa presión como consecuencia de la caza por pobladores locales y reducción del hábitat debido a la tala y actividad ganadera, por lo que se considera como un impacto de características acumulativas. Otras especies de mamíferos que se verán afectadas significativamente por el ruido son *Didelphis marsupialis* “zarigüeya”, *Caenolestes caniventer* “musaraña marsupial”, *Histiotes montanus* “murciélagos orejón andino” y *Sturnira lilium* “murciélagos de charreteras amarillas”.

Los efectos del ruido sobre la fauna están relacionados a la interrupción de actividades, reacciones de estrés, reacciones de escape y reacciones de defensa. La perturbación por ruidos es un factor negativo que puede ahuyentar a las especies de fauna, reduciendo su número en el área.

Existe la posibilidad de colisiones de algunas especies de fauna (*Odocoileus virginianus* “venado gris”, *Pseudalopex culpaeus* “zorro andino” y *Conepatus semistriatus* “zorrillo”) con vehículos de transporte, especialmente en la carretera Pampa Verde - Plataforma de lixiviación. Sin embargo estas son consideradas solamente como riesgos.

Las pozas de solución rica con cianuro en solución, son espejos de agua que asemejan lagunas u otros cuerpos de agua, pueden atraer aves. El consumo de la solución rica en compuestos cianurados puede ser fatal para algunas especies de avifauna relacionada con ambientes acuáticos o ribereños como *Cinclodes fuscus* “churrete cordillerano”. Sin embargo, se contemplan medidas de mitigación para minimizar estas incursiones, por lo que se le califica como un riesgo.

Luego de la rehabilitación se recuperarán hábitats adecuados para la presencia de fauna; sin embargo, el cambio en el relieve de la zona y la alta incertidumbre en la dinámica de los ecosistemas no permiten asegurar el retorno a las condiciones originales pero sí es posible alcanzar condiciones similares.

El ámbito de los impactos es local en la mayor parte de los casos evaluados, debido a que los efectos estimados de las actividades sobre la fauna tienen un reducido alcance geográfico, restringiéndose al área de remoción de tierras, cercanías de vías de acceso y áreas afectadas por los tajos. En cuanto a las áreas afectadas por el ruido de las operaciones y voladuras, se estima que las zonas de extracción y operación no generarán niveles superiores a 50 dB(A) a distancias iguales o superiores a 1,8 km (Anexo AA).

La medición en la escala dB(A) está referida a la agudeza auditiva del oído humano; su validez en el caso de la fauna es aún incierta, cada especie posee estructuras sensoriales particulares. Hay pocos estudios sobre fauna que permitan establecer niveles de perturbación por ruidos; sin embargo, en este estudio se utiliza esta escala como una aproximación. La *Guía Ambiental para el Manejo de Problemas de Ruido en la Industria Minera* del Ministerio de Energía y Minas del Perú, indica que los niveles de ruido que exceden los 90 dB pueden producir un incremento en las reacciones entre los mamíferos (reacciones de escape, etc.) mientras niveles de ruido más bajos ocasionan un número mucho menor de reacciones.

Se estima que el tráfico de camiones en las vías internas no generará niveles superiores a 50 dB(A) a distancias iguales o superiores a 400 m. Estos mismos niveles de ruido y alcance del mismo también son considerados para el flujo de camiones que transporten mineral desde el



tajo Pampa Verde hacia la plataforma de lixiviación de la pampa Del Bramadero. Sin embargo, se espera que debido a la cercanía del bosque de neblina a dicha carretera, el impacto sea mayor. Esta mayor calificación del impacto se debe a la presencia de especies de alta sensibilidad.

#### Cierre y post cierre

- Retorno de la fauna silvestre como respuesta a la formación de hábitat (formaciones vegetales) apropiado.

Los impactos iniciales, por los trabajos de rehabilitación y cierre, son muy similares a los generados durante la etapa de construcción, pero de magnitud mucho menor. Los impactos finales de la etapa de cierre y post cierre sobre la fauna terrestre, se califican finalmente como impactos positivos, con una magnitud de mejora además de permanentes.

### **5.5.3 Vida acuática**

#### ***Actividades que generan el impacto o riesgo***

Las actividades de construcción, operación, cierre y post cierre que generarán impactos o riesgos sobre la vida acuática se mencionan a continuación:

#### Construcción

- Preparación de los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde
- Construcción de los depósitos de desmonte de mina

#### Operación

- Carguío y transporte de material hacia la plataforma de lixiviación y depósitos de desmonte de mina
- Extracción del mineral de los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde
- Disposición del mineral en la plataforma de lixiviación
- Disposición del desmonte de mina en los depósitos de San Pedro Sur y Pampa Verde
- Lixiviación del mineral
- Operación de planta de procesamiento
- Operación de instalaciones auxiliares
- Operación del sistema de abastecimiento de agua fresca
- Tránsito de vehículos (insumos, equipos y personal)

#### Cierre y post cierre

- Cierre de los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde

- Lavado, reconfiguración y revegetación de la pila de lixiviación
- Estabilización física, química y revegetación de los depósitos de desmonte de mina
- Desmantelamiento de la planta de procesamiento
- Desmantelamiento de las instalaciones auxiliares
- Tránsito de vehículos para transporte de material y personas para actividades de cierre

### ***Impactos residuales***

La metodología empleada para la estimación de impactos sobre la vida acuática se detalla a continuación:

- Recopilación de la información obtenida en la línea base, que incluye las listas de especies de fauna acuática presentes en el área de estudio e identificación de los hábitats presentes.
- Revisión de las características de la fauna acuática presente en función de su pertenencia a alguna categoría especial de conservación, tolerancia a impactos, etc.
- Mapeo de las áreas a intervenir, teniendo en cuenta los hábitats afectados.
- Recopilación de información de impactos sobre los componentes físicos pertinentes para la fauna acuática, como agua, suelos, flora y vegetación.
- Uso de métodos de evaluación como análisis biofísico del hábitat acuático, índices como el EPT/CA, índice biótico de familias, riqueza y diversidad de especies y correlaciones biológicas con concentraciones de metales y parámetros fisicoquímicos (Anexo M).

A continuación se presentan los impactos residuales y riesgos que pueden generar las actividades sobre la vida acuática. Asimismo, se presentan los resultados del análisis final del impacto.

#### Construcción

- Pérdida de algunos especímenes de flora y fauna por generación de sedimentos como consecuencia de:
  - Preparación de los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde
  - Construcción de los depósitos de desmonte de mina San Pedro Sur y Pampa Verde

Durante la etapa de construcción del proyecto se pueden generar impactos sobre los organismos acuáticos presentes en la quebrada El Cedro. Este impacto es calificado finalmente como impacto leve negativo, debido a que un aumento en el contenido de sólidos

en suspensión en el agua podría ocasionar la acumulación de sedimentos en el lecho de las corrientes de agua y la consiguiente perturbación del hábitat de macro invertebrados bentónicos. Dicha sedimentación podría ocasionar perturbaciones en el desove de peces como la trucha (*Oncorhynchus mykiss*) y daños a las branquias de los peces, entre otras (Canadian Environmental Quality Guidelines, 1999). Estos impactos presentan magnitudes de cambios negativos además de ser temporales y reversibles.

#### Operación

- Pérdida de algunos especímenes de flora y fauna como consecuencia de la disminución del caudal.

La disminución del caudal en la quebrada El Cedro, como consecuencia de la operación de la mina puede afectar la vida acuática en las inmediaciones; sin embargo, debido a las medidas de mitigación consideradas se prevé que para años secos habrá disminuciones de hasta 14,1% del caudal con respecto al promedio anual, lo cual no origina efectos negativos sobre la vida acuática puesto que estos requieren una reducción de 25 – 30% del caudal. Por lo expuesto, este impacto potencial se califica finalmente como no hay impacto.

#### Cierre y post cierre

- No se esperan impactos sobre la vida acuática

### **5.6 Impactos al ambiente de interés humano**

#### **5.6.1 Paisaje**

##### **Actividades que generan el impacto**

Las actividades de construcción, operación, cierre y post cierre que generarán impactos sobre el paisaje se mencionan a continuación:

#### Construcción

- Preparación de áreas de acumulación de suelo orgánico y disposición del mismo
- Preparación de los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde
- Construcción del depósito de desmonte de construcción y disposición del mismo
- Construcción de los depósitos de desmonte de mina
- Construcción de la plataforma de lixiviación
- Construcción de planta de procesamiento
- Construcción de instalaciones auxiliares
- Construcción de las obras de abastecimiento de agua fresca

- Extracción de material de préstamo (canteras)
- Habilitación de vías de acceso internas

#### Operación

- Extracción de mineral de los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde
- Disposición del mineral en la plataforma de lixiviación
- Disposición del desmonte de mina en los depósitos de San Pedro Sur y Pampa Verde

#### Cierre y post cierre

- Cierre de los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde
- Lavado, reconfiguración y revegetación de la pila de lixiviación
- Estabilización física, química y revegetación de los depósitos de desmonte de mina
- Desmantelamiento de la planta de procesamiento
- Desmantelamiento de las instalaciones auxiliares
- Cierre de canteras
- Aplicación de suelo orgánico y revegetación de áreas perturbadas

#### ***Impactos residuales***

A continuación se presentan los impactos residuales que pueden generar las actividades sobre el paisaje. Asimismo, se presentan los resultados del análisis final del impacto.

#### Construcción

- Formación de una elevación por la disposición de los suelos orgánicos.
- Formación de depresiones y pérdida de cobertura vegetal por la preparación de los tajos.
- Formación de depresiones y pérdida de cobertura vegetal por la extracción de material de préstamo (canteras).
- Nivelación del terreno y formación de taludes de corte y relleno con la consecuente pérdida temporal de cobertura vegetal por la habilitación de vías de acceso internas.
- Nivelación del terreno y pérdida de cobertura vegetal por el emplazamiento de infraestructura de los depósitos de desmonte de mina
- Formación de una elevación por la disposición del desmonte de construcción.
- Nivelación del terreno y pérdida de cobertura vegetal por el emplazamiento de la infraestructura de la plataforma de lixiviación.
- Nivelación del terreno y pérdida de cobertura vegetal por el emplazamiento de la planta de procesamiento e instalaciones auxiliares.
- Formación de una laguna por llenado del embalse de abastecimiento de agua fresca.

Los impactos de la etapa de construcción del proyecto sobre la variable paisajística se califican en su mayoría como impactos negativos, con magnitudes de cambio negativo, además de ubicarse en un rango que varía entre reversibles e irreversibles y de permanentes y temporales. Esta calificación obedece a la evaluación realizada teniendo en cuenta el efecto visual de los trabajos de construcción en comparación con el entorno paisajístico. Las magnitudes de los impactos están en relación al grado de contraste existente entre la vegetación natural (pajonal y bosque de neblina) y las áreas afectadas por el movimiento de tierras. La presencia de afloramientos rocosos y la presencia de laderas artificiales escalonadas en los tajos, así como la fragmentación del campo visual por apertura de caminos de acceso están consideradas en el análisis.

La formación de una laguna por llenado del embalse de abastecimiento de agua fresca califica finalmente como impacto significativo negativo, esto debido a la alteración visual que se origina con respecto al entorno al no ser concordante con este. Este impacto presenta una magnitud de cambio negativo significativo, además de ser permanente e irreversible.

#### Operación

- Formación de depresiones y pérdida de cobertura vegetal por la extracción de mineral de los tajos.
- Formación de una elevación por llenado paulatino de la plataforma de lixiviación.
- Formación de elevaciones por llenado paulatino de los depósitos de desmonte de mina.

Las actividades propias de la operación, constituyen una modificación del paisaje debido al cambio gradual del área destinada a la plataforma de lixiviación, tajos y depósitos de desmonte. Estas estructuras no son concordantes con el entorno natural y afectan su calidad visual.

Los impactos de la operación sobre la variable paisajística califican finalmente como impacto significativo negativo para el caso de los tajos, con una magnitud de gran cambio negativo, además de ser permanente e irreversible. También se presentan impactos con una calificación final de impactos negativos moderados para el caso de la plataforma de lixiviación y depósitos de desmonte de mina, con una magnitud de cambio negativo significativo, además de ser permanentes y temporales.

#### Cierre y post cierre

- Retorno del paisaje a condiciones similares a las áreas aledañas.

Las acciones consideradas para el cierre del proyecto (retiro de infraestructura, perfilado y revegetación del terreno intervenido), facilitarán la recuperación visual del área; de ahí su calificación final de impacto moderado positivo, con una magnitud de mejora significativa, además de ser permanente.

### **5.6.2 Restos arqueológicos**

#### **Actividades que generan riesgos**

Las actividades que pueden generar riesgos sobre los restos arqueológicos se mencionan a continuación:

#### Construcción

- Preparación de áreas de acumulación de suelo orgánico y disposición del mismo
- Preparación de los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde
- Construcción del depósito de desmonte de construcción y disposición del mismo
- Construcción de los depósitos de desmonte de mina
- Construcción de la plataforma de lixiviación
- Construcción de la planta de procesamiento
- Construcción de las instalaciones auxiliares
- Construcción de las obras de abastecimiento de agua fresca
- Extracción de material de préstamo (canteras)
- Habilitación de vías de acceso internas

#### Operación

- No aplica

#### Cierre y post cierre

- No aplica

### **Riesgos**

#### Construcción

- Dañar o destruir restos arqueológicos que se encuentran debajo de la superficie del suelo como consecuencia del desarrollo de las actividades de movimiento de tierras

Durante la etapa de construcción del proyecto se considera sólo como riesgo a los posibles daños a los restos arqueológicos, debido a que se cuenta con los Certificados de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA), expedido por el Instituto Nacional de Cultura. Sin embargo, existe la posibilidad de hallar restos arqueológicos durante el movimiento de tierras, es por ello que se han identificado las medidas a tomar si se encuentran restos durante dicho proceso.

Cabe mencionar que el área arqueológica existente en la zona de San Pedro no será afectada por las actividades mineras.

#### Operación

- No hay riesgos.

Durante la etapa de operación no se consideran riesgos debido a que no habrá apertura de nuevas áreas.

#### Cierre y post cierre

- No hay riesgo.

Durante esta etapa no se consideran riesgos para los restos arqueológicos.

### **5.7 Impactos al ambiente socioeconómico**

Los impactos al ambiente socioeconómico han sido identificados y evaluados por Golder en el Estudio de Impacto Social del Proyecto La Zanja (Anexo N). De acuerdo con la metodología empleada por Golder, los impactos sociales podrían generarse tanto por las actividades del proyecto (por ejemplo, adquisición de tierras), como por los efectos sobre el medio ambiente de dichas actividades (por ejemplo, variación en la cantidad de agua) o debido a las respuestas sociales a situaciones, reales o percibidas, asociadas al desarrollo del proyecto.

Los impactos sociales pueden ser directos o indirectos. Se definió como impacto directo a aquella modificación en las condiciones de un área donde el proyecto actuará como agente de cambio, potencial o efectivo, respecto a la situación previa a su llegada. Los impactos directos pueden ser razonablemente predecibles en la medida en que exista relación directa con las actividades del proyecto. Se definió como impacto indirecto a los efectos derivados de la presencia del proyecto, caracterizados porque producen cambios colaterales en el estilo de vida, hábitos sociales o costumbres locales, sin constituir un factor de cambio proveniente de actividades directamente asociadas al quehacer minero (como el plan de minado).

Debido a que muchos de los determinantes del impacto social son impredecibles e indirectos, es difícil pronosticar con exactitud qué impactos ocurrirán y en qué grado. Más difícil aún, es el hecho de que el ambiente social sea dinámico. Dado que el ambiente social cambia como resultado de un proyecto, los determinantes importantes de la forma en que la población será afectada también podrán cambiar. De allí la importancia del monitoreo permanente de los

impactos previstos. La evaluación del impacto social, por tanto, utiliza varios métodos para identificar los impactos potenciales que, a criterio profesional, se consideren como los más probables de ocurrir así como sus niveles. En la Tabla 5.10 se presenta un resumen de los impactos socioeconómicos identificados por Golder. Asimismo, la metodología de evaluación de impactos sociales se presenta de manera detallada en el Anexo N.

### ***Identificación de temas***

Los temas claves para la evaluación del impacto social se identificaron sobre la base de las consultas, revisión de literatura, experiencia profesional del equipo consultor y la observación de campo.

### ***Criterio de clasificación***

Los impactos sociales se identificaron y evaluaron de acuerdo con diversos criterios a fin de determinar su importancia global. Se llevó a cabo una identificación inicial de los impactos potenciales, así como de las medidas específicas de mitigación diseñadas para hacer frente a dichos impactos. Se efectuó una evaluación final sobre los impactos potenciales luego de la aplicación, tanto de las medidas de mitigación como de las medidas de manejo social del proyecto. Finalmente, se identificaron los requerimientos de monitoreo como parte de la estrategia global de manejo social, para medir si los impactos post mitigación pronosticados están ocurriendo, así como la efectividad de las medidas de mitigación.

Los criterios de clasificación aplicados en la presente evaluación de los impactos sociales se presentan en el Cuadro 5.4:



**Cuadro 5.4**  
**Criterios de clasificación de impactos sociales**

<b>Criterios</b>	<b>Definición</b>
<p><b><u>Dirección:</u></b> indica si un impacto es considerado positivo, neutral o negativo.</p>	<p><b>Positivo:</b> El impacto proporciona un beneficio a la persona/familia/ comunidad afectada.</p> <p><b>Neutral:</b> No hay beneficio ni pérdida para la persona/familia/ comunidad afectada.</p> <p><b>Negativo:</b> El impacto ocasiona pérdida para la persona/familia afectada/ comunidad afectada.</p>
<p><b><u>Magnitud:</u></b> proporciona un juicio cualitativo respecto del nivel de perturbación que el impacto representa en relación a las condiciones de la comunidad consideradas, su línea de base social y sus tendencias de evolución sin proyecto.</p>	<p><b>Insignificante:</b> No se anticipa cambio.</p> <p><b>Bajo:</b> Se pronostican pequeños cambios en la calidad de vida de la población afectada por el proyecto.</p> <p><b>Moderada:</b> Se pronostica que los cambios en la calidad de vida de la comunidad serán significativos. Este tipo de impacto requiere mitigación.</p> <p><b>Alta:</b> se pronostica que los cambios sobre las condiciones de la comunidad serían sustantivos con respecto a las condiciones de la LBS de la comunidad.</p>
<p><b><u>Alcance geográfico:</u></b> es considerado en términos de unidades sociales, geográficas o político-administrativas</p>	<p><b>Individual:</b> Exclusivamente para individuos o para hogares individuales.</p> <p><b>Local:</b> Exclusivamente para el área aledaña al proyecto que está expuesta a molestias y a la fuerza laboral del proyecto.</p> <p><b>AII</b> (distritos de Pulán y de Tongod, provincias de Santa Cruz, San Miguel y Cajamarca).</p>
<p><b><u>Duración:</u></b> Se refiere a la duración del impacto, calificada desde corto plazo (menos de un año, coincidente con la duración de una campaña agrícola), mediano plazo (de 1 hasta 5 años, la duración del proyecto), hasta largo plazo (más de 5 años, o más allá de la vida del proyecto).</p>	<p><b>Corto plazo:</b> Menos de 1 año (coincidente con la duración de una campaña agrícola).</p> <p><b>Mediano plazo:</b> De 1 a 5 años (la duración del proyecto).</p> <p><b>Largo plazo:</b> Más de 5 años (más allá de la vida del proyecto).</p>

Fuente: Estudio de Impacto Social, Golder, 2007.

Las medidas de prevención y mitigación han sido diseñadas para proporcionar oportunidades concretas; sin embargo, algunas familias o individuos pueden optar por no participar o pueden hacer uso parcial de las oportunidades ofrecidas. La libertad individual de escoger es un componente importante de los derechos fundamentales de los afectados y de la población en general. No obstante, es posible crear las condiciones y oportunidades para que las personas, sus familias y la población en su conjunto puedan mejorar su calidad de vida y crear las condiciones para una estabilidad económica y social.

### **5.7.1 Población**

A continuación se presentan los impactos residuales que puede generar el proyecto sobre la población. Asimismo, se presentan los resultados del análisis final del impacto.

#### Construcción

- Migración laboral
- Crecimiento de la población local
- Presión sobre precios de bienes y servicios

El impacto de un flujo potencial de trabajadores dos y media veces la población residente del AID, tendría una dirección negativa, ya que la presencia de una mayor población en las localidades ejercería presión sobre la disponibilidad de bienes, servicios y recursos locales. Además, podría constituirse en competencia tanto en la oferta de mano de obra como de bienes y servicios. La magnitud del cambio sería moderada, ya que los migrantes podrían modificar las condiciones de vida de la población de las localidades. El cambio tendría un alcance geográfico circunscrito al AID y una duración de corto plazo, principalmente durante la etapa de construcción del proyecto.

#### Operación

- Reducción de expectativas de trabajadores foráneos

Se estima una dirección neutral en el impacto, ya que en la etapa de operación no se esperan migraciones hacia las poblaciones del entorno. La magnitud del impacto se pronostica como insignificante, ya que no se anticipa cambio alguno, el alcance del impacto sería local ya que de producirse afectaría a las poblaciones aledañas al proyecto, en tanto que, si es que se produjese el impacto, la duración sería de mediano plazo, es decir durante el tiempo de operación del proyecto.

#### Cierre y post cierre

- Migración laboral
- Disminución de la población

Se espera una dirección neutral en el impacto, ya que en la etapa de cierre no se esperan migraciones hacia las poblaciones del entorno sino lo contrario. La magnitud del impacto se pronostica como baja, el alcance del impacto sería local ya que de producirse afectaría a las poblaciones aledañas al proyecto; la duración sería de mediano plazo, es decir durante el tiempo de cierre del proyecto.

### **5.7.2 Antiguos propietarios reubicados**

A continuación se presentan los impactos residuales que puede generar el proyecto sobre los antiguos propietarios reubicados. Asimismo, se presentan los resultados del análisis final del impacto.

#### Construcción y operación

- Adquisición de tierras

En la experiencia de otras operaciones mineras, el tema del destino de los antiguos propietarios se presta a la propaganda negativa. Por ello, será necesario adoptar previsiones adecuadas para que el proceso no se preste a equivocadas interpretaciones. La dirección de este impacto sería positiva en la medida en que los antiguos propietarios hayan percibido mejoras en sus condiciones de vida como consecuencia de la venta de sus tierras. La magnitud del impacto sería moderada, ya que afectaría su calidad de vida. El alcance geográfico sería local y la duración sería de largo plazo.

#### Cierre y post cierre

- Antiguos propietarios no tienen temas pendientes con el proyecto

Se espera una dirección neutral en el impacto, ya que en la etapa de cierre se considera que los antiguos propietarios tendrán sus propios medios de subsistencia independientes a los proporcionados por la venta de sus tierras al proyecto. La magnitud del impacto se pronostica como baja, el alcance del impacto sería local ya que al producirse afectaría a los antiguos propietarios de las tierras del proyecto; la duración sería de mediano plazo, es decir durante el tiempo de cierre del proyecto.

### **5.7.3 Actitudes hacia el proyecto**

A continuación se presentan los impactos residuales que puede generar el proyecto sobre las actitudes de los pobladores con respecto al mismo. Asimismo, se presentan los resultados del análisis final del impacto.

#### Construcción

- Actitudes favorables al proyecto

Es probable que se polaricen las posiciones encontradas en la comunidad local y regional con respecto al proyecto en la etapa de construcción, por ser ésta la de mayor movilización y actividades. A la fecha, la proporción de la comunidad que piensa que el Proyecto La Zanja

podría traer beneficios (80%) es mayor a la que piensa que podría traer daños (45,7%). Cabe indicar que esta indagación incluye preguntas que no son excluyentes, teniendo como resultado opiniones diversas; así, un mismo poblador puede considerar, al mismo tiempo, que las actividades del proyecto traerán tanto beneficios como daños. Entre los posibles beneficios, encontramos la posibilidad que el proyecto otorgue oportunidad de empleo (82,14%), que la economía local sea impulsada (10,71%) y que genere la construcción de obras (7,14%). La dirección de este impacto es positiva en la medida que la comunidad espera que el proyecto traiga beneficios. La magnitud del impacto sería moderada. El alcance geográfico sería local y regional mientras que la duración podría ser de largo plazo. Las actitudes y acciones de grupos en contra del proyecto podrían manifestarse durante esta etapa. En ese caso, la dirección de este impacto sería negativa en la medida que de suceder estas acciones todos los grupos de interés se vean afectados. La magnitud del impacto sería moderada. El alcance geográfico sería local y regional. Aún cuando podría variar en el tiempo, la duración sería de largo plazo.

#### Operación

- Se mantiene las posiciones favorables al proyecto

La dirección de este impacto sería positiva en la medida que las actitudes se mantengan favorables. La magnitud del impacto sería moderada. El alcance geográfico sería local y regional y la duración será de largo plazo.

#### *Riesgos*

La etapa de operaciones es una etapa de estabilidad. Si el proyecto desarrolla exploraciones simultáneamente, es probable que estos nuevos frentes sean motivo de nuevas tensiones y generación de actitudes adversas hacia el proyecto; más aún si las perspectivas de continuar con las exploraciones y/o ampliaciones de las operaciones del proyecto, no son dejadas en claro explícitamente desde el inicio. Las actitudes de la población hacia el proyecto es esta etapa dependerán, en gran medida del buen manejo ambiental y social que se haya logrado.

#### Cierre y post cierre

- Que sea una etapa más de conflicto.

La dirección de este impacto sería negativa en la medida que los beneficios del proyecto empiecen a cesar para aquellos trabajadores contratados al terminar sus contratos de trabajo. Simultáneamente, para la población de La Zanja y Pisit la dirección del impacto sería positiva debido al desarrollo sostenible logrado y a la infraestructura pública generada como

consecuencia de las actividades del proyecto. La magnitud del impacto sería moderada. El alcance geográfico sería local. La duración sería de largo plazo, más allá incluso del cierre mismo.

#### **5.7.4 Estructura social**

A continuación se presentan los impactos residuales que puede generar el proyecto sobre la estructura social de la comunidad local. Asimismo, se presentan los resultados del análisis final del impacto.

##### Construcción

- Diferenciación social y económica de la comunidad local y regional

La dirección del impacto sería negativa de iniciarse una diferenciación y brecha social con exclusión de los beneficios de una parte de la comunidad local. Esta integración está asociada a un trato respetuoso a la comunidad local y a sus usos y costumbres, así como a la interacción de manera horizontal con ella, con respeto y sin arrogancias ni ostentación. La magnitud del impacto sería moderada, ya que afectaría la calidad de vida de la población. El alcance geográfico sería local y regional. La duración sería de mediano plazo.

##### Operación

- Diferenciación social y económica de la comunidad local y regional

En esta etapa, no sólo son menos los trabajadores que requerirá la operación sino que además, requerirá trabajadores con un perfil que difícilmente cubren los trabajadores locales. En otras operaciones, esta situación ha generado sentimientos de exclusión en algunos sectores de la población que los lleva a oponerse radicalmente al desarrollo y operación del proyecto. La dirección del impacto sería negativa, en la medida que se genere una brecha social al interior de la comunidad local o esta brecha ocurra entre la comunidad local y los trabajadores foráneos, sin el amortiguador que significa la integración con la comunidad y el trato respetuoso. En este caso, la magnitud del impacto sería alta, su alcance sería local y regional, y su duración sería de largo plazo, trascendiendo la etapa de operación y cierre del proyecto.

##### *Riesgos*

Existe el riesgo de que la población local, favorable ahora al proyecto, vea frustradas sus expectativas de participar de los beneficios del mismo. Esta perspectiva necesariamente debe darse conocer a la comunidad local para evitar reacciones adversas y contrarias al proyecto más adelante.

### Cierre y post cierre

- Disminución de la diferenciación social y económica de la comunidad local y regional

La dirección del impacto sería positiva al disminuir las diferencias sociales. La magnitud del impacto sería moderada, ya que afectaría la calidad de vida de la población. El alcance geográfico sería local y regional. La duración sería de largo plazo, pues trascendería la etapa del cierre del proyecto.

### **5.7.5 Infraestructura comunitaria**

A continuación se presentan los impactos residuales que puede generar el proyecto sobre la infraestructura comunitaria. Asimismo, se presentan los resultados del análisis final del impacto.

### Construcción

- Impulso a la economía local y regional
- Incremento de las posibilidades de transporte
- Molestias a los pobladores aledaños a las carreteras
- Incremento de riesgos de accidentes
- Afectación potencial de vías de acceso y transporte locales

El mejoramiento de la infraestructura vial generará un impacto positivo en la economía local y regional dado que facilitará la formación y fortalecimiento de circuitos económicos. Durante la etapa de exploración por ejemplo, el proyecto contribuyó con el mejoramiento de caminos que luego permitieron la ampliación del circuito de venta de leche, acercando a los productores con las empresas compradoras (Nestlé y Gloria S.A.). La magnitud del impacto se prevé que será moderada, dado que tendrá un impacto directo en el incremento de los ingresos de la población. El alcance geográfico será local y regional, dado que es previsible que otras vías secundarias se conecten con la vía de acceso principal. La duración del impacto se prevé que será de largo plazo, incluso más allá de esta etapa.

El incremento del tránsito vehicular podría impactar positivamente en la población al brindar mayores posibilidades para que se inicie algún sistema de transporte público en dichas localidades. La magnitud del impacto sería moderada, ya que ello permitirá reducir el tiempo en el traslado de la población de un lugar a otro. Asimismo, el alcance geográfico sería local y regional y la duración de corto y mediano plazo.

Durante la construcción se trasladarán al área del proyecto, equipos y maquinarias que podrían obstaculizar o averiar momentáneamente las vías de acceso. Ello tendría un impacto negativo y de magnitud baja ya que se prevé que por su corta duración no afectará significativamente la calidad de vida de las poblaciones. La magnitud del impacto sería regional y la duración de corto plazo, sólo durante la etapa de construcción.

El tránsito de vehículos en una vía no asfaltada levanta polvo, lo que produciría un impacto negativo en la población localizada a ambos márgenes de los caminos. La magnitud del impacto sería moderada, ya que el polvo podría afectar la calidad de vida de las personas cuyas viviendas se encuentren localizadas a lo largo de la ruta. El alcance geográfico sería local y regional, ya que afectaría a las poblaciones del área de influencia directa e indirecta a lo largo de la ruta. La duración sería de corto plazo, mientras dure la etapa de construcción del proyecto.

El incremento del tránsito vehicular a lo largo de la ruta de acceso al proyecto, traería consigo un aumento en los riesgos de que se produzcan accidentes de tránsito. La dirección del impacto sería negativa y la magnitud alta, ya que en caso de producirse accidentes vehiculares, se afectaría seriamente la calidad de vida de las personas. El alcance sería local y regional. La duración del impacto sería de corto plazo, en tanto el proyecto se encuentre en su etapa de construcción.

#### Operación

- Efectos positivos en la economía local y regional
- Incremento de posibilidades de transporte
- Molestias a pobladores aledaños a las carreteras
- Incremento de riesgos de accidentes

Durante la etapa de operación, el proyecto mantendrá en buen estado las carreteras, lo que favorecerá positivamente el incremento del tránsito, no sólo de los vehículos relacionados con el proyecto, sino de otros vehículos; ello favorecerá la comunicación y el intercambio entre localidades y el mantenimiento de relaciones de mercado dichas localidades. Entre los beneficiarios, por ejemplo, están los camiones de las empresas que adquieren leche a los productores locales. En tal sentido, se considera positivo el impacto, de magnitud moderada y con un alcance geográfico local y regional. La duración del impacto se considera que será de mediano y de largo plazo.

Se espera que durante la etapa de operación, se mantengan las facilidades de traslado para las personas de las localidades aledañas al proyecto, al seguir haciendo uso de la infraestructura vial. Ello tendrá un impacto positivo para las familias, el cual será de magnitud moderada, con alcance geográfico local y regional y duración de mediano plazo;

Se espera que el mejoramiento de las vías de acceso durante la etapa de operación reduzca considerablemente la cantidad de polvo que se levante al paso de los vehículos. Ello, junto con las medidas de mitigación implementadas para no levantar polvo al pasar frente a las viviendas, permite prever que el impacto será neutral y de magnitud insignificante. El alcance geográfico se prevé que será local y regional y la duración de mediano plazo.

En la etapa de operación se estima que todos los conductores, tanto del proyecto como de los contratistas, habrán adoptado las normas de seguridad en el tránsito, de manera de reducir al mínimo las posibilidades de accidentes. Se prevé impactos neutros, de magnitud insignificante, de alcance geográfico local y regional y de duración de mediano plazo.

#### Cierre y post cierre

- Cesará el mantenimiento de carreteras
- Se dificultará progresivamente transporte
- Molestias a pobladores aledaños a vías disminuirá
- Disminución del riesgo de accidentes

Durante la etapa de operación, el proyecto mantendrá en buen estado las carreteras, lo que favorecerá positivamente el incremento del tránsito, no sólo de los vehículos relacionados con el proyecto, sino de otros vehículos, ello favorecerá la comunicación y el intercambio entre localidades y el mantenimiento de relaciones de mercado entre localidades. En la etapa de cierre este mantenimiento puede ser dejado sin efecto. En tal sentido, se considera que el impacto sería negativo, de magnitud moderada y con un alcance geográfico local y regional. La duración del impacto se considera que sería de mediano y de largo plazo.

Se espera que el deterioro progresivo de las vías de acceso durante la etapa de cierre y post cierre incremente considerablemente la cantidad de polvo que se levantará al paso de los vehículos. En contraparte, habrá una disminución en la circulación de las unidades de transporte y por tanto, menor generación de polvo levantado frente a las viviendas. Esto permite prever que el impacto será neutral y de magnitud insignificante. El alcance geográfico se prevé que será local y regional y la duración de largo plazo.



En la etapa de cierre se prevé que la disminución del tránsito y la adopción de las normas de seguridad reduzcan al mínimo las posibilidades de accidentes. Se prevé impactos neutros, de magnitud insignificante, de alcance geográfico local y de duración de mediano plazo.

#### **5.7.6 Percepciones de riesgo ambiental y de salud**

A continuación se presentan los impactos residuales que puede generar el proyecto sobre las percepciones de la población con respecto a los riesgos ambientales y a la salud. Asimismo, se presentan los resultados del análisis final del impacto.

##### Construcción

- Percepción de alteración en la calidad y cantidad del agua para consumo humano
- Percepción de alteración en la calidad y cantidad del agua para consumo agropecuario
- Percepción de baja en la actividad agropecuaria a consecuencia de cambios en la calidad y cantidad de agua
- Percepción de incremento de enfermedades en las personas a consecuencia de cambios en la calidad del agua

Si el impacto es la percepción de diversos grupos de interés sobre el efecto negativo del proyecto en la calidad y cantidad de agua, se espera que existan posiciones encontradas, en las etapas de construcción y operación: una posición abierta al diálogo y otra posición radical, renuente a aceptar puntos de vista distintos a los propios. Para ello es vital que los canales de comunicación permanezcan abiertos, actuando en forma oportuna y eficaz, bien a través de talleres y pasantías, monitoreos participativos y otros mecanismos.

Los errores o descuidos operativos tendrían gran repercusión, reafirmando sus temores. Estos temores y preocupaciones van a ser elevados debido tanto a los bajos niveles de educación registrados en el estudio de línea de base socioeconómica, como a los antecedentes de trabajo de otras empresas mineras en la región y en el país en general. Al tener la percepción de que el proyecto afecta el agua para su consumo y para las actividades productivas, la población considerará que se encuentra en peligro. Este estado de ánimo puede expresarse en posiciones adversas hacia la actividad del proyecto. Por ello, se prevé una alta percepción del impacto.

En cuanto al alcance geográfico de las percepciones, se prevé que será principalmente regional aunque no se descarta que también sea observado en el ámbito local. Se supone que ello será así dado que en uno de los talleres participativos, los asistentes dieron lectura a comunicados de preocupación enviados por usuarios del agua del río Chancay, quienes percibían que el proyecto podría contaminar el agua del río desde la parte alta de la cuenca

hasta su desembocadura en el Océano Pacífico. Se prevé que la duración de la percepción se mantenga durante la etapa de construcción del proyecto.

#### Operación

- Desconfianza de la población con respecto a los resultados del monitoreo de agua
- Percepción de baja en la actividad agropecuaria a consecuencia de cambios en la calidad y cantidad de agua
- Percepción de incremento de enfermedades en las personas a consecuencia de cambios en la calidad del agua

Aquí se mantendrán las mismas posiciones ya comentadas para la etapa de construcción. Una posición más radical pero abierta al diálogo y otra que cuenta con información o desinformación parcial respecto a los impactos negativos y a las formas de manejarlos por parte de Minera La Zanja; por lo que la empresa realizará talleres, pasantías y continuará con la implementación de un procedimiento de monitoreo participativo del impacto de sus actividades sobre la calidad y cantidad de agua. Estos impactos podrían tener una magnitud alta, ya que la población percibiría que como consecuencia de la alteración de las características del agua se estaría afectando su calidad de vida. El alcance geográfico sería regional, ya que esta percepción podría alcanzar hasta la población de la cuenca del río Chancay. La duración de la percepción podría ser de mediano plazo.

#### *Riesgo*

Existe el riesgo de que la población local y regional pierda confianza en el resultado de los monitoreos sobre la calidad del agua. Esto puede ocurrir en caso que estos monitoreos no sean participativos y representativos, o que no se efectúen desde el inicio del proyecto. La credibilidad de estos monitoreos constituye un reto importante para el proyecto. Las autoridades competentes son las responsables del monitoreo y la fiscalización de los compromisos del proyecto a este respecto así como de mantener vigente el instrumento de monitoreo participativo estructurado y con carácter de compromiso.

Otro riesgo relevante es el que la población, particularmente la de la parte baja de la cuenca, por falta de información apropiada cuestione la propuesta de tomar agua del río Pisisit para el reservorio Bramadero.

#### Cierre y post cierre

- Desconfianza de la población con respecto de los resultados del monitoreo del agua en la etapa de post cierre

- Percepción de baja en la actividad agropecuaria a consecuencia de cambios en la calidad y cantidad de agua
- Percepción de incremento de enfermedades en las personas a consecuencia de cambios en la calidad del agua

La dirección del impacto sería negativa ya que es posible, de acuerdo con la experiencia de otros proyectos similares, que la población le atribuya a la actividad minera cualquier cambio en la salud de las personas, cambios en la productividad agropecuaria o hasta en el clima. Sin embargo, la presencia del reservorio y el manejo de cuencas podría cambiar la dirección del impacto volviéndolo positivo, al incrementar la disponibilidad de agua para la población.

Estos impactos podrían tener una magnitud alta, ya que la población percibiría que como consecuencia de la alteración de las características del agua se estaría afectando su calidad de vida. El alcance geográfico sería regional, ya que esta percepción podría alcanzar hasta la población de la cuenca del río Chancay. La duración de la percepción sería de mediano plazo.

#### **5.7.7 Empleo**

A continuación se presentan los impactos residuales que puede generar el proyecto sobre el empleo. Asimismo, se presentan los resultados del análisis final del impacto.

##### Construcción

- Mejora de ingresos locales
- Empleo indirecto
- Generación y fortalecimiento de las capacidades y habilidades de las personas

Principalmente en la etapa de construcción, el proyecto requerirá contratar mano de obra local, lo que se traducirá en una mayor capacidad adquisitiva de los trabajadores del proyecto, con la consiguiente mejora en el ingreso familiar. Ello tendrá impactos positivos tanto para las familias, como para los circuitos económicos locales y regionales. La magnitud del cambio será baja, dado que los cambios en la calidad de vida de las familias serán sólo coyunturales (el empleo será rotativo). El alcance geográfico será local (AID) y regional (AII), aunque tendrán la preferencia las poblaciones del AID. Al no poder cubrir la demanda con la población local (AID), se brindará oportunidad preferencial a las poblaciones de la provincia de San Miguel, por la proximidad y mayor vínculo económico con las áreas del proyecto. El impacto tendría una duración de corto plazo, principalmente en la etapa de construcción del proyecto.

Sin embargo, los bajos niveles educativos de la población local y su inexperiencia en trabajos industriales pueden representar un obstáculo para su colocación en puestos de trabajo para el proyecto en esta etapa y principalmente en la siguiente. Esto puede traducirse en frustración de expectativas para la población local. Si esta frustración ocurriese, sería un impacto negativo, de magnitud moderada, alcance local e incluso provincial para Santa Cruz y San Miguel. Su duración sería de mediano plazo.

Con relación a la generación y fortalecimiento de capacidades, se prevé que la generación de puestos de trabajo podría tener una dirección positiva en el sentido que se fortalecerán las capacidades de los trabajadores contratados. La magnitud del impacto será alta dado que las oportunidades de trabajo directas e indirectas, proporcionarán mejores calificaciones a la población y la adquisición de nuevas habilidades que les permitirán acceder a nuevas alternativas laborales. El alcance geográfico sería local y regional, beneficiando a la población del entorno. La duración del efecto sería de largo plazo.

#### Operación

- Calificación de la mano de obra local
- Mejora en ingresos locales

De acuerdo con la información proporcionada por la línea base, los niveles educativos de la población son bajos, dado que la mayor parte de la población sólo cuenta con estudios primarios. La capacitación de jóvenes en oficios técnicos tendría un impacto positivo en las familias y en las localidades del entorno ya que los jóvenes capacitados podrían acceder a empleos con mayor remuneración. La magnitud del impacto sería alta ya que el beneficio que proporcionaría mejoraría la calidad de vida de las familias, si son adecuadamente administrados. El alcance geográfico sería individual, ya que estaría referido al grupo de jóvenes que serán capacitados. La duración del impacto sería de largo plazo, ya que la capacitación recibida mejoraría las capacidades de la población.

La mejora de los ingresos de las familias posibilitaría una mayor disponibilidad para invertir en el cuidado de su salud y bienestar o incrementar su capital productivo, lo que tendría un impacto positivo. La magnitud del cambio sería moderada en tanto se mejorará la calidad de vida de las familias. El alcance geográfico del cambio se prevé que sería local, para los trabajadores empleados por la empresa y sus familias. La duración sería de mediano plazo, en tanto el proyecto se mantenga operativo.

### *Riesgos*

Es posible que la presión por el empleo sea fuerte por parte de la fuerza laboral local. El paso de la etapa de construcción a la de operación se sentirá debido a la reducción del volumen de empleo local. El proyecto estará atento al manejo de los niveles de empleo local posibles en la etapa de operación. La población local será claramente informada de los alcances y limitaciones del proyecto en cuestiones de empleo. El proyecto mostrará su decisión y voluntad de mantener niveles preferenciales de empleo local.

### Cierre y post cierre

- Personal del proyecto se reducirá al mínimo y únicamente podría estar vinculada con el monitoreo de post cierre

La dirección del impacto sería negativa, su magnitud sería moderada. El alcance geográfico sería individual. La duración del impacto sería de mediano plazo.

### **5.7.8 Bienes y servicios**

A continuación se presentan los impactos residuales que puede generar el proyecto sobre la demanda de los bienes y servicios. Asimismo, se presentan los resultados del análisis final del impacto.

### Construcción y operación

- Adquisición local y regional de bienes y servicios
- Estimulo a la economía local y regional
- Empleo indirecto y adquisición de bienes de la oferta regional

En la línea base socioeconómica, se registró que las actividades productivas de la población en el AID son la ganadería, en menor escala la agricultura de subsistencia y también el comercio en volúmenes reducidos. La cercanía de estos proveedores facilitará al proyecto la adquisición de productos comestibles y otros artículos. Los bienes y servicios que no estén disponibles a nivel local se adquirirían de mercados provinciales y regionales. Ello tendrá un impacto positivo en la economía de las familias proveedoras.

Dado el nivel de ingresos en la región (menos de 180 nuevos soles per cápita por mes) que puede calificarse de bajo, es previsible que la presencia del Proyecto La Zanja implique una dinamización de la economía de proveedores de bienes y servicios de la localidad. La magnitud de los cambios sería moderada en la medida que modificará la calidad de vida de estas familias. Sin embargo, la dinamización de la economía de las familias de la localidad

puede implicar un leve incremento en los precios de los bienes y servicios. El alcance geográfico del cambio va desde lo individual hasta lo regional, ya que el proyecto puede adquirir bienes y servicios en los diferentes niveles. Sin embargo, cabe resaltar que la provincia de San Miguel, dado su mayor desarrollo urbano y su mayor influencia social y económica sobre el proyecto, se beneficiaría de un mayor movimiento económico. La duración de los cambios podría ser de mediano plazo.

#### Cierre y post cierre

- Disminución de la adquisición local y regional de bienes y servicios
- Disminución de la dinámica de la economía local y regional
- Disminución del empleo indirecto y de la adquisición de bienes y servicios de la oferta regional

Los impactos derivados del cierre, asociados a la demanda de bienes y servicios tendrían una dirección negativa de magnitud moderada, en la medida que modificarían la calidad de vida de estas familias. El alcance geográfico del cambio va desde lo individual hasta lo regional, ya que el proyecto dejaría de adquirir bienes y servicios en los diferentes niveles. La duración de los cambios podría ser de mediano plazo.

#### **5.7.9 Estructura institucional de gobiernos locales**

A continuación se presentan los impactos residuales que puede generar el proyecto sobre la estructura institucional de gobiernos locales. Asimismo, se presentan los resultados del análisis final del impacto.

#### Operación

- Cambios en los gobiernos locales provinciales y distritales derivados de los requerimientos institucionales y de gestión que implica el uso de los recursos de las regalías y del canon minero

Estos cambios tendrían una dirección positiva para estas instituciones, serían de magnitud moderada, un alcance local y regional (gobiernos provinciales de Santa Cruz y San Miguel y distritales de Pulán y Tongod). Sin embargo, los que dispondrán de mayores recursos serían los gobiernos locales, donde se ubican los yacimientos. Todas las provincias y distritos de la región se beneficiarían con la distribución del canon y las regalías, aunque de manera diferenciada. Su duración sería de mediano plazo y comprenderá solo la etapa de operación. El impacto positivo se relaciona con la ejecución de proyectos que utilizarían estos recursos. En esa medida, adquieren la mayor importancia los planes de gestión municipal existentes en

estos gobiernos locales y la capacidad de gerenciamiento que puedan desplegar para implementar sus planes de gobierno municipal.

Cierre y post cierre

- Finalizan los aportes del canon minero y las regalías mineras por parte del proyecto

La dirección del cambio sería negativa, ya que el proyecto finalizará con sus aportes al presupuesto de los gobiernos locales, regional y nacional así como al empleo y a los ingresos locales. La magnitud del cambio se prevé que sería moderada y de alcance geográfico local, regional y nacional. Su duración sería de mediano plazo.

## **6.0 Plan de Manejo Ambiental**

---

En el presente capítulo se presenta el Plan de Manejo Ambiental (PMA), el cual describe las acciones e iniciativas que Minera La Zanja se propone aplicar en el campo ambiental para que las actividades del proyecto se lleven a cabo de manera responsable y sostenible, a fin de prevenir, controlar y reducir los eventuales impactos potenciales negativos del proyecto. Estas medidas se presentan con el adecuado nivel de detalle, considerando que estarán sujetas a modificaciones, de acuerdo con las condiciones o circunstancias particulares durante su implementación y de acuerdo con un proceso de mejora continua.

El PMA ha sido preparado considerando:

- La incorporación de la variable ambiental en los diseños de obras, instalaciones y procesos.
- La aplicación del Reglamento Interno de Seguridad y Medio Ambiente (Anexo AB).
- La capacitación continua del personal del proyecto sobre prevención de riesgos y protección ambiental.
- El control de las actividades productivas y de apoyo a la producción.
- La preparación y ejecución de los planes de monitoreo y de los planes de respuesta a emergencias y contingencias.

En las secciones siguientes se indican y describen las medidas aplicables al proyecto; las cuales están contenidas en los siguientes planes:

- Plan de prevención y mitigación
- Plan de monitoreo ambiental
- Plan de respuesta a emergencias y contingencias
- Plan de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente
- Plan de gestión de residuos sólidos

### **6.1 Plan de prevención y mitigación**

Describe las medidas previstas para las etapas de construcción y operación del proyecto para prevenir, controlar y reducir los efectos adversos asociados al proyecto que pudiesen presentarse. Antes de proponer las medidas de prevención y mitigación por cada componente ambiental, se describirán brevemente los impactos ambientales presentados en el Capítulo 5, a modo de recapitulación. En la Tabla 6.1 se resumen las medidas de prevención y mitigación a implementarse durante el desarrollo del proyecto.



### **6.1.1 Prevención y mitigación de impactos al ambiente físico**

#### **6.1.1.1 Relieve**

La ejecución del proyecto modificará la morfología del terreno, debido a la configuración de elevaciones (disposición de suelo orgánico, disposición de desmonte de construcción y de mina, entre otros), formación de depresiones (extracción de canteras y tajos) y movimiento de tierras (caminos y presa de abastecimiento de agua fresca). Se trata de impactos leves negativos (durante la etapa de construcción) e impactos negativos moderados (durante la etapa de operación).

Para prevenir o mitigar tales impactos se tomarán las siguientes medidas:

- Las obras a realizar serán planificadas y coordinadas con el personal de campo, a fin de minimizar las áreas a intervenir.
- Se controlará la construcción de caminos y se señalizarán para el tráfico de camiones, maquinaria pesada y vehículos en general, previniendo impactos innecesarios en los terrenos aledaños.
- En la plataforma de lixiviación, el ángulo de reposo del mineral será de 2H:1V, la pila de mineral tendrá un talud general de 2,5H:1V utilizando bermas de retiro de 5 m en cada capa.

#### **6.1.1.2 Aire**

Se prevé que las actividades del proyecto que involucren movimiento de tierras generarán material particulado; por su parte, los equipos y vehículos generarán gases de combustión.

Los impactos sobre el componente aire corresponden a impactos negativos e impactos negativos moderados. Los impactos negativos, están referidos a que las emisiones de PM<sub>10</sub> que se generarán por el movimiento de tierras, no serán significativas porque el material a remover está constituido por suelos húmedos y porque los caminos serán regados en forma constante. Los impactos negativos moderados se deben a los efectos de las voladuras y de la menor humedad del material a remover en comparación con el suelo superficial (tajos, canteras y carguío de material).

Las medidas que se contemplan para reducir los impactos sobre la calidad del aire son:

- Implementación de sistemas de supresión de polvo (aspersores) en puntos estratégicos de generación de polvo durante la construcción.

- Los caminos y vías de acceso usados durante la construcción y operación, serán regados con un camión cisterna y con una frecuencia tal que asegure la minimización de las emisiones de polvo. Estas vías de acceso de alto tráfico, corresponden a los accesos a los tajos, depósitos de desmonte y al área de la plataforma de lixiviación.
- Durante la operación de los tajos, se regarán los fragmentos de rocas disparados después de la voladura. Al humedecer la roca, se reducirá la cantidad de polvo a dispersar, minimizando la cantidad de polvo a generarse por acarreo, carga, transporte y descarga de materiales en las instalaciones.
- La circulación fuera de las rutas establecidas será prohibida, en caso de existir accesos antiguos ya en desuso serán clausurados.
- Se efectuará un mantenimiento continuo usando catalizadores en los equipos para reducir la emisión de gases de combustión.
- Se establecerán procedimientos para evitar realizar fuego abierto de manera innecesaria con el objeto de evitar la generación de humo y cenizas.
- Los gases de fundición (CO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> principalmente) serán captados por una campana y conducidos mediante un extractor hacia una columna de lavado (scrubber). Esta columna estará rellena de esferas de plástico perforadas para atrapar el polvo y diluir los gases. Los gases fríos y limpios de sólidos serán descargados a la atmósfera. El efluente que atrapó las impurezas, irá a la poza intermedia o retornará al proceso.
- De haber presencia de mercurio, los precipitados de las celdas serán enviados a un horno de retorta a fin de recuperar el mercurio por evaporación y condensación. Un ventilador de alta velocidad dirigirá los gases generados hacia una columna de carbón especial para atrapar cualquier traza de mercurio, los gases descargados estarán libres de mercurio.

### **6.1.1.3 Ruido y vibración**

Los impactos de ruido y vibración de la futura operación se deben a las fuentes fijas y móviles del proyecto, aunque éstos significan impactos leves negativos, se tiene previsto realizar lo siguiente:

- Control del flujo vehicular  
Para tratar el tema es conveniente trabajar con el concepto de Flujo Equivalente Acústico:

$$VEQ = V_L + 11 * V_P$$

Donde:

$V_L$  corresponde al flujo horario de vehículos livianos y

$V_P$  corresponde al flujo horario de vehículos pesados.

Definido el flujo equivalente acústico, se trabajará con un VEQ máximo de 21 veh/h, correspondiente a 10 vehículos livianos y 1 pesado por hora.

- Control de velocidad de los vehículos medianos y livianos  
Para zonas cercanas a población, donde VEQ sea mayor a 21 (veh/h) la velocidad de cruce será 30 km/h para vehículos livianos y medianos (hasta 3 toneladas). Esta medida, reduce los niveles de ruido en 5 dB(A) aproximadamente.
- Implementación de silenciadores a la maquinaria pesada que carezca de ellos y que origine altos niveles de ruido.

#### **6.1.1.4 Suelo**

Los impactos causados por la construcción y operación del proyecto incluyen: pérdida de suelo por construcción de infraestructura del proyecto y pérdida de suelos por rodadura de material desde los tajos por las laderas.

A continuación se citan las medidas planteadas para prevenir y mitigar estos impactos:

- En el Anexo U se detallan las medidas para disposición final de los residuos domésticos, inertes y peligrosos. Estas medidas evitarán impactos sobre suelos por contacto o lixiviación de residuos.
- El suelo superficial será retirado de aquellas áreas donde se construirán las instalaciones del proyecto. Para evitar la erosión eólica e hídrica, las pilas de suelo orgánico serán revegetadas de preferencia con especies de la zona. Asimismo, las pilas no excederán los 10 m de altura para favorecer la supervivencia de los microorganismos del suelo.
- Los suelos que accidentalmente entren en contacto con combustible, aceites o reactivos serán retirados y depositado en capas de 20 cm sobre una superficie impermeable. Para acortar el tiempo de rehabilitación se favorecerán procesos como la volatilización y el landfarming. Durante la época de lluvias se cubrirán los suelos contaminados en tratamiento con mantas impermeables, con la finalidad de no generar efluentes contaminantes.

#### **6.1.1.5 Aguas superficiales**

Los impactos potenciales comprenden la eventual reducción del caudal de la quebrada El Cedro y del río Pisit y la alteración de la calidad del agua por aporte de sedimentos y efluentes domésticos e industriales.

#### **Caudales y sedimentos**

Las medidas de mitigación para la disminución de caudales en la quebrada El Cedro y del río Pisit, así como aquellas para minimizar la generación de sedimentos durante la vida del proyecto (Water Management Consultants, 2007); incluyen:

- Proveer un caudal constante de 20 L/s aguas abajo de la quebrada Bramadero.
- Evitar el bombeo de agua desde el río Pisit durante la época de estiaje, es decir desde junio a octubre inclusive.
- Realizar los trabajos de desbroce y limpieza del suelo durante la época seca para minimizar la probabilidad de generar sedimentos durante un evento de precipitación severo.
- Reducir en lo posible la exposición del suelo, evitando su erosión a fin de minimizar la cantidad de sedimentos generados.
- Suavizar las pendientes de los suelos expuestos a la acción erosiva de la lluvia, por ejemplo con terrazas.
- Proteger con algún tipo de cobertura, vegetal o artificial, las áreas de trabajo que presenten suelos expuestos por un período relativamente largo.
- Minimizar la escorrentía proveniente de zonas ubicadas aguas arriba mediante la implementación de canales de coronación.
- Recolectar las aguas con carga de sedimentos y enviarlas a una poza de sedimentación para su decantación.
- Durante la construcción, dejar disponible un volumen del embalse para almacenar parte de la escorrentía y sedimentos.

A continuación se describe el manejo de agua y control de sedimentos en las principales instalaciones del proyecto:

#### ***Manejo de aguas y sedimentos en el depósito de desmonte de construcción y área de acumulación de suelo orgánico***

El manejo de agua y sedimentos en el área del depósito de desmonte de construcción incluye el área de acumulación de suelo orgánico proveniente de la limpieza de área de la plataforma

de lixiviación. En ambos depósitos pueden generarse sedimentos, de modo que el manejo será efectuado de la siguiente manera:

- Implementación de un canal de derivación aguas arriba del área de acumulación de suelo orgánico. Este canal evitará que flujos no controlados entren en contacto con el depósito; forma parte del canal de desvío de la zona de la plataforma de lixiviación.
- Implementación de un canal de derivación aguas arriba del depósito de desmonte de construcción, similar al anterior.
- Estos canales de derivación entregarán sus aguas al embalse de abastecimiento de agua de la quebrada Bramadero, el cual actuará como sedimentador con una eficiencia de 97,1%.

### ***Manejo de aguas y sedimentos en el área de la plataforma de lixiviación***

El manejo de aguas y sedimentos en el área de la plataforma de lixiviación incluye las pozas de tormentas y de solución. Durante la etapa de construcción pueden generarse sedimentos, por lo que el manejo de aguas se realizará del siguiente modo:

- Construcción del canal de derivación en la parte superior del área de la plataforma de lixiviación, evitando que el agua de escorrentía llegue a la zona de trabajo.
- Durante la construcción de la poza de tormentas, esta área será protegida con un canal de derivación ubicado en la parte superior, evitando que el agua de escorrentía ingrese a la zona de trabajo.
- Construcción de un canal en la parte inferior de la poza de tormentas para coleccionar las aguas con sedimentos generadas en los trabajos de la poza. Este canal terminará en una poza de sedimentación temporal.
- Concluida la poza de tormentas, se construirá la plataforma de lixiviación. Los sedimentos generados serán decantados en la poza de tormentas.

### ***Manejo de aguas y sedimentos en el área de las canteras***

El manejo de agua y control de sedimentos en el área de las canteras se muestra en la Figura 6.1 y fundamentalmente se lleva a cabo mediante el uso de canales y pozas de sedimentación. Las obras involucradas en esta actividad son las siguientes:

- *Cantera de roca o material de préstamo, Cerro Cocán*  
No se requerirá ninguna obra de colección de sedimentos para esta cantera si se realiza su explotación de tal manera que las pendientes de drenaje se orienten hacia el este.

De esta manera, los sedimentos generados serán conducidos por cursos de agua naturales al embalse de abastecimiento de agua de la quebrada Bramadero.

- *Cantera de roca o material de préstamo, Cerro Alcaparrosa*

Esta cantera requerirá solamente de un canal de colección de sedimentos, ubicado a lo largo del borde oriental de la cantera, si se realiza su explotación de tal manera que las pendientes de drenaje se orienten hacia el este.

- *Cantera de arcilla, Cerro Alcaparrosa Este*

Esta cantera requiere de un canal en la zona Este para recolectar aguas cargadas con sedimentos, las que serán conducidas a una pequeña poza de sedimentación.

### ***Manejo de aguas y sedimentos en el área del depósito de desmonte de mina San Pedro Sur***

El manejo de agua y sedimentos en el área del depósito de desmonte de mina incluye el área de acumulación de suelo orgánico proveniente de la limpieza del área de dicho depósito. Durante la construcción de estas obras podrían generarse sedimentos, por lo que se procederá de la siguiente manera:

- Antes del inicio de la construcción del depósito de desmonte de mina, se construirá un canal perimetral aguas abajo, el cual conducirá el agua a dos pozas de sedimentación. También se construirá un canal de derivación en la parte superior del depósito, evitando que la escorrentía ingrese a la zona de trabajo.
- Finalizado el desbroce, se dispondrá de dos circuitos de aguas: uno con sedimentos, que coleccionará aguas del área de acumulación de suelo orgánico y otro con aguas impactadas por eventual drenaje ácido proveniente del depósito de desmonte de mina.
- El circuito de aguas con sedimentos conducirá a una poza de sedimentación y tras la decantación de los finos, estas aguas serán descargadas al ambiente.
- El circuito de aguas impactadas terminará en una poza de sedimentación, desde la cual se efectuará el bombeo a la planta de tratamiento, pasando por la poza de sedimentación ubicada en la parte superior del tajo San Pedro.

### ***Manejo de aguas y sedimentos en el tajo San Pedro Sur***

Las perforaciones realizadas en la zona indican que la profundización del tajo interceptará aguas subterráneas. Por ello, es necesario contar con estructuras que permitan un adecuado manejo de aguas, como a continuación se describe:

- Para el drenaje interno del tajo se contará con dos canales colectores ubicados en la parte interna, al costado de la rampa de acceso al tajo. Estos canales desembocarán en

dos pozas de bombeo desde donde el agua será bombeada a una poza de sedimentación ubicada en la parte superior.

- Las pozas de bombeo estarán ubicadas de acuerdo con la evolución del tajo y al sistema de drenaje interno del mismo. El planeamiento de minado deberá procurar que el drenaje se dirija a la zona en que se ubiquen las pozas.
- El agua de la poza de sedimentos será bombeada a la planta de tratamiento para luego ser enviada a la pila de lixiviación.
- Se ha diseñado un pequeño canal en la parte superior del tajo para evitar el ingreso de escorrentía superficial.

### ***Manejo de aguas y sedimentos en el depósito de desmonte de mina Pampa Verde***

El manejo de agua y el control de sedimentos en el depósito de desmonte Pampa Verde, incluye la construcción de un canal perimétrico antes del inicio de las obras, el cual conducirá las aguas a una poza de sedimentación para luego enviarlas a una planta de tratamiento ubicada cerca a dicha poza.

### ***Manejo de aguas y sedimentos en el área del tajo Pampa Verde***

El manejo de agua y control de sedimentos en el área del tajo Pampa Verde es semejante al del tajo San Pedro e incluirá las siguientes obras:

- Construcción de un canal aguas arriba del tajo para evitar el ingreso de escorrentía al mismo.
- Construcción de un canal colector en la parte interna y lateral de la rampa de acceso al tajo. Este canal conducirá a una poza de bombeo para llevar el agua a una poza de regulación ubicada en la parte superior del tajo.
- La ubicación de las pozas de bombeo cambiará con el avance del tajo y el sistema de drenaje del mismo. Cada una de las dos pozas de bombeo tomará la mitad del agua colectada. El planeamiento de minado permitirá el drenaje hacia las pozas de bombeo.
- El agua será conducida por gravedad desde la poza de regulación hasta la poza de sedimentación aguas abajo del depósito de desmonte Pampa Verde.

### ***Manejo de aguas y sedimentos en la construcción de caminos de acceso***

La superficie final de rodadura permitirá la fácil evacuación del agua de lluvia hacia los canales paralelos a los accesos y de allí a las estructuras de retención de sedimentos antes de la descarga en los cursos naturales de agua. Los canales de coronación serán excavados cerca

a los hombros de los taludes, siendo revestidos con empedrado, para evitar daños en los taludes de corte por erosión.

Los canales de evacuación serán dispuestos por tramos para evitar la erosión de suelos en los taludes y serán revestidos con enrocado o enrocado con concreto. En la Tabla 6.2 se detallan los componentes del plan de manejo de aguas y control de sedimentos y en la Figura 6.1 se presenta la ubicación de las estructuras de manejo de agua y control de sedimentos. Dada la presencia de material potencialmente generador de acidez en los tajos y depósitos de desmonte, el agua que pueda entrar en contacto con estos materiales será tratada.

### ***Efluentes***

Durante la construcción, se procederá a la instalación de baños químicos (especiales para campamentos mineros) de tipo Disal o similares, en cantidades y ubicaciones adecuadas, principalmente en los frentes de trabajo y garitas de control. Inicialmente, algunos servicios higiénicos contarán con un sistema de colección de aguas servidas por gravedad, las cuales serán tratadas usando tanques sépticos prefabricados y zanjias de infiltración y/o pozos de percolación.

Durante la construcción y operación del proyecto se implementarán tres plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas (Anexo V) y dos plantas de tratamiento de DAR (Anexo T). Las aguas residuales domésticas y ácidas serán tratadas como se describen a continuación:

- Las aguas residuales que provienen del campamento, posta médica, guardianía y áreas administrativas serán tratadas, clarificadas y desinfectadas mediante una planta de tratamiento y descargadas a la quebrada Bramadero.
- Las aguas residuales que provienen de los servicios del taller de mantenimiento serán tratadas mediante una planta de tratamiento y la disposición final de las aguas residuales será en el terreno mediante dos pozos de infiltración.
- Las aguas residuales domésticas que provienen de los laboratorios y comedor serán tratadas mediante una planta de tratamiento ubicada en el área contigua a la Planta de Adsorción – Desorción (Planta de Proceso). Dichas aguas tratadas serán descargadas en una pequeña quebrada seca existente en el área.
- Las aguas de lavado de los talleres de mantenimiento serán tratadas mediante baterías de separadores. Estas baterías separan los efluentes por fases agua - aceite. El agua sin contenido de aceite será utilizada para el riego mientras que el aceite será almacenado temporalmente hasta su entrega a una EPS-RS.



- Para el tratamiento de la generación potencial de drenajes ácidos de mina y depósitos de desmonte, se ha considerado la implementación de dos plantas de tratamiento cuyos efluentes, ya sin partículas en suspensión y libres de cualquier contaminante o con valores por debajo de los límites máximos permisibles, se enviarán a la plataforma de lixiviación.

#### **6.1.1.6 Aguas subterráneas**

Durante la construcción se prevé la reducción del acuífero por su utilización para fines del proyecto (consumo y construcción). En tal sentido, se tomarán las medidas siguientes:

- Se optimizará el uso del agua subterránea para las labores de construcción.
- Se complementará el agua de consumo con agua embotellada.

Puesto que durante la operación del proyecto el acuífero subterráneo ubicado por debajo de las instalaciones no se verá significativamente afectado, no se consideran medidas de prevención y mitigación directas. El buen manejo de las aguas superficiales asegurará la infiltración y recarga del agua subterránea (Water Management Consultants, 2007). Adicionalmente, se considera que las medidas incluidas en los diseños de las infraestructuras del proyecto contribuyen a minimizar los efectos sobre este componente.

A continuación se presentan las medidas para el diseño de la plataforma de lixiviación, las cuales permitirán contener y coleccionar soluciones, teniendo en cuenta variables de diseño como estabilidad, hidrología y condiciones de operación de la estructura. El diseño conceptual de la plataforma de lixiviación incluye los siguientes elementos:

- Sistema de subdrenes
- 150 mm de preparación de subrasante
- 300 mm de revestimiento secundario (arcilla u otro material de baja permeabilidad)
- Geomembrana VFPE/LLDPE de 60-mil (1,5 mm) de espesor, en aquellas áreas a ser cubiertas por el mineral (geomembrana HDPE de 60 mil en las áreas permanentemente expuestas)
- 300 mm de capa de protección
- Sistema de colección de solución
- 350 mm de grava de drenaje y protección de la tubería de solución
- Mineral del tajo

La plataforma de lixiviación incluirá un sistema de subdrenes para captar el agua sub-superficial que se encuentre en la fundación de la estructura, en las partes más bajas y donde se identifiquen aguas que afloran en la superficie. Los subdrenes consisten en tuberías perforadas y corrugadas de polietileno, instaladas en zanjas rellenas con grava para drenaje y encapsuladas con geotextil. Las tuberías laterales estarán conectadas a un colector principal, derivando el agua fuera de los límites de la plataforma, hacia un sumidero en el que se verificará la calidad del agua para, según los resultados obtenidos, descargarla en cauces naturales de agua o bien retornarla a la plataforma de lixiviación o a las pozas.

Se requiere de pozas de operación y de eventos de tormenta. Estas pozas se ubicarán inmediatamente aguas abajo de la plataforma de lixiviación y estarán conectadas a ella mediante canales y tuberías de solución. El diseño de las pozas de operación considera la colocación de tres revestimientos de geomembrana y dos Sistemas de Colección y Recuperación de Solución (SCRS). En general, el diseño de la poza de operación incluye los siguientes elementos (de abajo hacia arriba):

- Sistema de sub-drenes
- 150 mm de sub-base preparada
- 300 mm de revestimiento de suelo (arcilla u otro de baja permeabilidad)
- Geotextil de 8 onzas/yd<sup>2</sup>
- Geomembrana terciaria de 1,5 mm (60-mil) de espesor
- Geonet (SCRS secundario)
- Geomembrana secundaria de 1,5 mm (60-mil) de espesor
- Geonet (SCRS primario)
- Geomembrana primaria de 1,5 mm (60-mil) de espesor

La poza de eventos de tormenta será similar pero con dos revestimientos de geomembrana y un SCRS; ambas pozas incluyen un sumidero y tuberías para las bombas de operación.

Existe la posibilidad de infiltraciones de aguas ácidas desde los depósitos de desmonte debido a que este material tiene potencial de generación de DAR. Para mitigar este posible impacto, el material generador de DAR será encapsulado y se habilitarán canales de derivación para minimizar el ingreso de agua al depósito y su posterior infiltración. El encapsulamiento se realizará durante la etapa de operación y consistirá en la colocación de una capa compactada de arcilla de 300 mm de espesor y un sistema de drenaje que facilite la colección del agua fuera del depósito, conduciéndola hacia una poza de sedimentación primero y luego hacia una planta de tratamiento.

Las perforaciones realizadas en la zona del tajo San Pedro Sur, indican que el desarrollo del mismo interceptará el acuífero subterráneo y dada la geoquímica del área del tajo, de no tener el cuidado necesario podrían generarse aguas ácidas. El manejo de las aguas subterráneas requiere el abatimiento del acuífero para evitar la infiltración en el área del tajo. El bombeo empezará antes del inicio del desarrollo del tajo y comprenderá:

- Una primera etapa donde se perforarán tres pozos con el método de aire reverso, en los que se realizarán ensayos hidráulicos que permitirán seleccionar hasta dos pozos de bombeo (los de mejor potencial de aporte de agua). El pozo restante se habilitará como pozo de monitoreo que se agregará al pozo B-22.
- Los tres pozos proyectados y el pozo B-22, estarán ubicados en el perímetro superior del tajo San Pedro.
- La profundidad de perforación de los pozos de la primera etapa de perforación para drenaje, se estima en el orden de 120 m.
- En la realización de ensayos de caracterización hidráulica del macizo rocoso, se recomienda perforar los pozos piloto con la técnica de perforación aire reverso con un diámetro de perforación 5 1/8”.
- En los pozos piloto, se deberá realizar ensayos hidrogeológicos que permiten inferir el potencial de producción de agua de eventuales pozos de bombeo. Los ensayos recomendados son:
  - Ensayo de aforo - Air Lift.
  - Ensayo de recuperación de niveles de agua.
  - Ensayos de carga variable o de inyección de agua.
- Con la información de los ensayos hidráulicos efectuados, se determinará el potencial relativo de producción de agua de los tres pozos piloto, información que permitirá seleccionar dos pozos para ensanche y habilitación de pozos de bombeo.
- Los pozos de bombeo se deberán perforar de 10” de diámetro y ser habilitados con un diámetro de 6”. El sistema de bombeo recomendado debe permitir una fácil instalación y desinstalación de las bombas.
- De acuerdo con los resultados de los pozos, en una segunda etapa se decidirá si es necesario realizar pozos adicionales.

Las medidas del diseño de la infraestructura y el buen manejo de las aguas superficiales asegurarán la recarga de agua subterránea.

## **6.1.2 Prevención y mitigación de impactos al ambiente biológico**

### **6.1.2.1 Flora y vegetación**

Los impactos del proyecto sobre la flora y vegetación están asociados a la pérdida de cobertura vegetal por movimiento de tierras y rodadura de materiales desde los tajos. Las medidas de manejo y mitigación de este impacto incluyen:

- Las actividades de construcción y operación serán planificadas de tal forma que se minimicen las áreas a intervenir y de esta manera se evitarán impactos innecesarios sobre la vegetación.
- La cara libre de las voladuras en San Pedro Sur será hacia el sur para evitar impactos hacia la ladera.
- En los tajos Pampa Verde y San Pedro Sur el carguío del material será efectuado de manera que se evite su caída por las laderas y que haya impactos sobre la vegetación que se ubica ladera abajo de los tajos.
- Para reforzar la protección de la vegetación ubicada ladera abajo de los tajos, se construirán bermas de contención donde quedará retenido el material que eventualmente pueda caer desde los tajos.
- Otra medida para reforzar la protección de la vegetación natural ubicada en las laderas de San Pedro Sur y Pampa Verde, consistirá en plantar árboles de rápido crecimiento, a modo de cortina, 200 m debajo del límite inferior de los tajos.
- Continuar con la producción de plántones en los viveros forestales La Zanja y Pampa Verde, los cuales cuentan con una producción de 50 000 y 70 000 plántones respectivamente (Fotografías 6.1 – 6.6).
- En el periodo comprendido entre 1996 y 2006, se produjeron 19 100 plántones de *Pinus patula* y en 2007 se produjeron 20 000 plántones de *Pinus patula* y *Eucalyptus globulus*. Para empezar a generar una cultura de reforestación en la zona, se ha priorizado el pino debido a que es una especie de alta valoración por la población de la zona y logra buenos niveles de prendimiento (rusticidad), es una especie maderable que abastecería a la demanda de madera para diversos usos locales y generaría un ingreso económico antes de su cosecha, a través de la comercialización del hongo *Boletus sp.* que crece en la base de la planta en temporadas de lluvia. En el caso del eucalipto, se trata de una especie que es altamente preferida por la población para aprovechamiento de la madera (de mayor resistencia que cualquier otra) y su uso es ampliamente difundido en la zona. Sin embargo, su producción será mínima, ya que solamente deberá ser plantado en zonas apropiadas que no deterioren las condiciones productivas de los predios, por su alto consumo de agua y la restricción de crecimiento de flora en su alrededor.

- Iniciar un proceso de producción de plántones de especies de flora nativa (Tabla 6.3) a partir del estudio que se ha realizado del bosque natural (Anexo K), con un plan de manejo técnico que permita una producción adecuada y sirva para que la población replique el modelo en sus propias parcelas.

### ***Medidas de mitigación de impactos asociados al bosque de neblina***

Los impactos del proyecto sobre la flora y vegetación del bosque de neblina están asociados a la pérdida de cobertura vegetal por movimiento de tierras y caída de materiales desde los tajos. Los componentes del proyecto que pueden afectar en forma directa o indirecta al bosque de neblina se presentan a continuación, incluyendo las medidas de prevención y mitigación previstas.

#### Tajos Pampa Verde y San Pedro Sur

- La construcción y operación de los tajos serán planificadas a fin de minimizar las áreas a intervenir, evitando impactos innecesarios.
- La cara libre de los disparos (voladuras) en el tajo San Pedro Sur será orientada hacia el sur, evitando que el material caiga por la ladera y afecte al bosque.
- En los tajos Pampa Verde y San Pedro Sur el carguío del material será efectuado de manera que se evite su caída por las laderas y que haya impactos sobre la vegetación que se ubica ladera debajo de los tajos.
- Para reforzar la protección de la vegetación ubicada ladera debajo de los tajos, se construirán bermas de contención donde quedará retenido el material que eventualmente pueda caer desde los tajos.
- Otra medida para reforzar la protección de la vegetación natural ubicada en las laderas de San Pedro Sur y Pampa Verde, consistirá en plantar árboles de rápido crecimiento, a modo de cortina, 200 m debajo del límite inferior de los tajos. Las especies de árboles recomendadas son *Miconia sp.*, *Myrcianthes sp.*, *Chusquea*, *Weinmannia*, *Hesperomeles lanuginosa* y *Vallea stipularis*.

#### Carretera de acarreo de material

Un tramo de vía de acarreo de material afectará al bosque de neblina; las medidas de prevención y mitigación previstas son:

- La construcción de la vía de acarreo de mineral será efectuada minimizando las áreas a intervenir, previniendo impactos innecesarios sobre la vegetación.

- Para reducir el potencial erosivo del agua sobre los suelos descubiertos (carretera) y evitar el acarreo de materiales, afectando al bosque situado por debajo del camino proyectado, se supervisará el cumplimiento de las especificaciones de diseño.
- Los materiales cumplirán con las especificaciones técnicas. La superficie de rodadura permitirá la rápida evacuación del agua hacia las cunetas laterales, las cuales irán paralelas a los accesos, desembocando en las estructuras de retención de sedimentos; previamente a la descarga en los cursos naturales de agua.
- A ambos lados de los accesos, donde la diferencia de niveles sea mayor a 1 m, se construirán bermas de seguridad (altura mínima: 50 cm), con material de relleno.
- Las cunetas de coronación serán excavadas cerca a los hombros de los taludes y serán revestidas con empedrado para evitar que la erosión dañe los taludes de corte. Los canales de derivación serán revestidos con enrocado o enrocado con concreto y dispuestos por tramos para encauzar el agua, evitando la erosión de los taludes.

### ***Medidas de mitigación de impactos asociados al bofedal***

La presencia de bofedales en el área de estudio está relacionada con afloramientos de agua, pero también con el relieve: pendientes suaves, depresiones poco pronunciadas y ciertas características de drenaje. Parte de los bofedales (19 ha aproximadamente) serán afectados directamente por las actividades del proyecto (retiro de suelos y vegetación). El relieve final de estas áreas no será igual al original, debido a la presencia de la plataforma de lixiviación y del depósito de desmonte de mina en la pampa Del Bramadero.

La configuración final del relieve y el drenaje para el cierre, condicionará la presencia de zonas con aptitud para bofedales y por consiguiente la presencia de especies asociadas, por lo que el tema será materia de estudio con miras a obtener resultados a ser aplicados en el Plan de Cierre Final de la mina. Sin embargo, el planeamiento de la construcción de la plataforma de lixiviación, planta de procesamiento y poza de colección de solución rica, reducirá al mínimo las áreas a intervenir, evitando impactos innecesarios sobre los bofedales. Durante la etapa de operación se tendrán los mismos cuidados.

#### ***6.1.2.2 Fauna terrestre***

Los impactos se deben a la pérdida de hábitats, perturbación de lugares de alimentación y refugio por presencia humana, ruidos y vibraciones causados por las operaciones así como por el incremento del riesgo de accidentes por presencia de vehículos. Se contempla también la posibilidad de muerte de avifauna por consumo de solución de las pozas de solución rica.

En el caso específico de ruidos, las medidas de prevención y mitigación consideradas, son:

- Mantenimiento preventivo del equipo pesado, grupos electrógenos y vehículos en general para reducir los niveles de ruido. Se dotará de silenciadores a los equipos que carezcan de ellos.
- Control del flujo vehicular.
- Control de la velocidad de los vehículos medianos y livianos.
- Las voladuras serán planificadas a fin de reducir su frecuencia y número.
- Capacitación a los operarios, conductores y contratistas sobre la importancia de realizar las operaciones teniendo en cuenta la política ambiental seguida por Minera La Zanja. El manejo de vehículos se realizará no sólo teniendo en cuenta todas las precauciones para evitar accidentes sino también teniendo presente la importancia de no perturbar a la fauna (reglamentación sobre velocidad de conducción, emisión de ruidos innecesarios como sirenas, bocinas, entre otras medidas).

En lo que respecta a hábitats y perturbación de lugares de alimentación y refugio, se considera que las medidas de prevención y mitigación están en función de las medidas propuestas para la flora y vegetación. Asimismo, otras medidas de prevención y mitigación consideradas son las siguientes:

- Se prohibirá la caza, recolección de huevos de aves, captura y extracción de fauna de su entorno y en general cualquier acción que pueda afectar a la fauna o su hábitat por personal de Minera La Zanja y sus contratistas.
- Para minimizar el riesgo de consumo de solución rica de las pozas de operación, éstas serán cubiertas con “bird balls” (bolas para aves), las cuales cubrirán la superficie de las pozas de operación (6 890 m<sup>2</sup> aproximadamente), eliminando el espejo de agua generado y por tanto, la atracción para la avifauna. El uso de bolas para aves reduce la evaporación del agua y sus cualidades térmicas aislantes ayudan en conservar la temperatura del agua durante el invierno. Se utilizarán bolas para aves de polietileno de alta densidad (HDPE), resistentes a la radiación UV y a bajas temperaturas (congelamiento). Para evitar su arrastre por el viento, deben tener un peso aproximado de 120 g (cargadas con agua). Aproximadamente 116 bolas para aves, con un diámetro de 10 cm, cubren 1 m<sup>2</sup> de superficie.

### **6.1.2.3 Vida acuática**

Se espera que durante la construcción y operación del proyecto se afecte algunos especímenes de flora y fauna debido al aporte de sedimentos y a la disminución del caudal respectivamente.

Por lo tanto las medidas de prevención y mitigación para este componente están en función del buen manejo de las aguas superficiales, las cuales buscan minimizar la generación de sedimentos en los cuerpos de agua y la disminución de los caudales. Estas medidas se encuentran detalladas en el ítem 6.1.1.5.

### **6.1.3 Prevención y mitigación de impactos al ambiente socioeconómico**

El instrumento operativo para la implementación de la Política de Relaciones Comunitarias, es el Plan de Relaciones Comunitarias (PRC). El PRC de Minera La Zanja, ha sido elaborado sobre la base de la Guía sobre Relaciones Comunitarias (MINEM, 2001), los temas identificados en el Estudio de Impacto Social (EIS) y la información recogida durante el trabajo de campo realizado por Golder Associates Perú S.A. en los años 2004 y 2007.

El PRC del Proyecto La Zanja busca atender eficazmente los impactos socio económicos identificados como consecuencia del desarrollo del proyecto. Señala los compromisos institucionales del Proyecto La Zanja, las acciones que emprenderá para establecer relaciones armónicas con su entorno social, presenta los perfiles de las políticas sociales y de comunicaciones que el proyecto desarrollará en su relación de convivencia con la población.

Minera La Zanja es consciente de la importancia de crear y mantener relaciones sólidas con la población de las localidades de su área de influencia durante la vida de la mina, es decir durante todas sus etapas. Los temas clave para que esta relación sea exitosa, tienen que ver con el manejo adecuado del ecosistema, el respeto a las autoridades locales y el diálogo.

Muchas veces los proyectos mineros no han considerado los factores sociales en la etapa de cierre de sus operaciones, con la consiguiente confusión e incertidumbre entre las poblaciones del entorno local y regional. Los programas de cierre social tienen como objetivo proporcionar información respecto a las actividades planeadas para el cierre, beneficios, impactos y planes de manejo.

Las medidas de prevención y mitigación de los impactos socioeconómicos durante las etapas de construcción, operación, cierre y post cierre para las variables: población, antiguos propietarios reubicados, actitudes hacia el proyecto, estructura social, infraestructura



comunitaria, percepciones de riesgo ambiental y de salud, empleo, bienes y servicios, y estructura institucional de gobiernos locales, se presentan en la Tabla 6.4.

En el Capítulo 7.0 del presente EIA se incluye un resumen del PRC de Minera La Zanja y en el Estudio de Impacto Social completo (Anexo N) se presenta el PRC detallado.

#### **6.1.4 Prevención y mitigación de impactos al ambiente de interés humano**

##### **6.1.4.1 Paisaje**

La alteración del relieve y la vegetación de la zona alterarán el paisaje debido al movimiento de tierras y ubicación de infraestructura. Las medidas de mitigación se presentan a continuación:

- Las obras serán planificadas minimizando las áreas a intervenir y de este modo se evitarán impactos innecesarios.
- El diseño de los taludes del tajo, depósitos de desmonte y pila de lixiviación, basado en las características geotécnicas del área, garantiza la estabilidad de dichas estructuras.
- En paralelo con las operaciones mineras, se efectuará la revegetación de los bancos y paredes expuestas, utilizando en la medida de lo posible especies locales de manera que el paisaje se vea afectado lo menos posible.

##### **6.1.4.2 Restos arqueológicos**

No se esperan impactos por la construcción y operación del proyecto sobre los recursos arqueológicos, por lo que no se contemplan medidas de prevención ni mitigación. Sin embargo, pese a contar con el CIRA, durante las excavaciones y movimientos de tierra, se instruirá al personal para proceder con cuidado y detener las labores en caso de realizarse algún hallazgo. Durante la ejecución de las obras se contará con un arqueólogo registrado en el INC, quien ante cualquier eventualidad, realizaría el rescate arqueológico respectivo en coordinación con el personal del INC.

#### **6.2 Plan de monitoreo ambiental**

Será ejecutado durante las etapas de construcción, operación, cierre y post cierre del proyecto. No obstante, el presente plan ha sido definido para el período de construcción y operación, ya que las actividades de monitoreo correspondientes a las etapas de cierre y post cierre se han incluido en Capítulo 9, Plan de Cierre Conceptual. El plan de monitoreo ambiental será revisado anualmente en función de los resultados obtenidos, a fin de proceder con su

actualización, en el marco del proceso de mejora continua, para luego ser presentado a la autoridad competente.

Los objetivos del plan de monitoreo son:

- Conocer el efecto real causado por las actividades del proyecto, evaluando los componentes ambientales señalados más adelante.
- Verificar la efectividad de las medidas de mitigación propuestas.
- Verificar el cumplimiento de las normas ambientales aplicables.
- Detectar de manera temprana efectos imprevistos e indeseados, a fin de controlarlos definiendo y adoptando medidas y acciones apropiadas y oportunas.

El plan de monitoreo para cada componente, incluirá:

- Parámetros: Variables físicas, químicas y biológicas, medidas y registradas para caracterizar el estado y evolución de los componentes ambientales.
- Estaciones de monitoreo: Puntos de medición y control establecidos para cada componente ambiental.
- Metodología: Metodologías de medición y de análisis de la información para cada variable, incluyendo protocolos.
- Frecuencia: periodicidad con que se efectúan las mediciones, toma de muestras y análisis de cada parámetro.
- Estándares y protocolos: estándares definidos por normas nacionales vigentes y criterios recomendados por organizaciones internacionales con fines de comparación.

El programa de monitoreo comprende los siguientes componentes ambientales:

- Meteorología
- Calidad del aire
- Ruido y vibraciones
- Aguas Superficiales
- Aguas Subterráneas
- Efluentes
- Vegetación
- Fauna terrestre y acuática

### **6.2.1 Meteorología**

#### **Parámetros**

Se consideran los siguientes parámetros:

- Precipitación
- Temperatura (máxima, mínima y promedio)
- Presión barométrica
- Humedad relativa
- Evapotranspiración
- Radiación solar
- Velocidad (máxima y promedio) y dirección del viento

#### **Estaciones de monitoreo**

Minera La Zanja opera y recoge información meteorológica en la estación que posee el proyecto, ubicada en el campamento (Tabla 6.5 y Figura 6.2). Esta ubicación se mantendrá o podrá variarse durante las etapas de construcción y operación, según sea más conveniente para los resultados del monitoreo.

#### **Metodología**

La estación automática del proyecto recopila información meteorológica mediante sensores, la cual es almacenada en un instrumento de almacenamiento de información (data logger, nombre en inglés), la cual es recogida periódicamente en una computadora personal, para su posterior análisis e interpretación.

#### **Frecuencia**

Se recogen registros horarios de cada variable.

#### **Estándares y lineamientos**

No aplicable.

### **6.2.2 Calidad de aire**

#### **Parámetros**

El monitoreo de calidad del aire, considera la determinación de los siguientes parámetros:

- Concentración atmosférica de material particulado, fracción respirable (PM<sub>10</sub>).
- Contenido de plomo (Pb), arsénico (As).

### ***Estaciones de monitoreo***

Se han establecido de manera preliminar 4 estaciones de monitoreo de calidad de aire. La Tabla 6.5 incluye información sobre dichas estaciones y su ubicación se muestra en la Figura 6.2.

### ***Metodología***

Para las mediciones de material particulado, plomo y arsénico se utilizará un equipo muestreador de alto volumen (Hi-Vol). Se utilizará como referencia y guía el Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Emisiones del MINEM.

### ***Frecuencia***

La concentración de  $PM_{10}$  y su contenido de plomo y arsénico serán monitoreados de manera trimestral. Las mediciones se harán sobre la base de registros de 24 horas. En el caso del arsénico, al cabo de 6 meses de iniciados los monitoreos se evaluará la necesidad de continuar estas mediciones en función a su aplicabilidad en el área de estudio.

### ***Estándares y lineamientos***

- D.S. N° 074-2001-PCM, D.S. N° 069-2003-PCM, Reglamento de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.
- Resolución Ministerial N° 315-96-EM/VMM, Niveles Máximos Permisibles de Elementos y Compuestos Presentes en Emisiones Gaseosas Provenientes de las Unidades Minero Metalúrgicas.

### ***6.2.3 Ruido***

No se considera necesario realizar monitoreo de vibraciones, puesto que tanto las mediciones realizadas en la línea base como los modelamientos predictivos, indican que el nivel de estos se encuentra muy por debajo de las normas referenciales de vibraciones consideradas.

### ***Parámetros***

El monitoreo de ruidos, considera la determinación de los siguientes parámetros:

- Nivel Continuo Equivalente ( $L_{eq}$ )
- Niveles Máximos ( $L_{max}$ )
- Niveles mínimos ( $L_{min}$ )

### ***Estaciones de monitoreo***

La Tabla 6.5 y la Figura 6.2 presentan información sobre las estaciones de monitoreo y su ubicación, respectivamente.

### ***Metodología***

Las mediciones son hechas en horario diurno y nocturno. El reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido (D.S. N° 085-2003-PCM) establece como procedimientos de medición y evaluación del nivel de ruido las normas ISO1996-1:1982: Acústica - Descripción y mediciones de ruido ambiental, Parte I: Magnitudes básicas y procedimientos e ISO 1996-2:1987: Acústica - Descripción y mediciones de ruido ambiental, Parte II: Recolección de datos pertinentes al uso de suelo.

### ***Frecuencia***

Los niveles de ruido serán monitoreados semestralmente durante la construcción y operación.

### ***Estándares y lineamientos***

- D.S. N° 085-2003-PCM, Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, Perú, 2003.
- Guía Ambiental para el Manejo de Problemas de Ruido en la Industria Minera del Ministerio de Energía y Minas del Perú.
- ISO1996-1:1982: Acústica - Descripción y mediciones de ruido ambiental, Parte I: Magnitudes básicas y procedimientos.
- ISO 1996-2:1987: Acústica - Descripción y mediciones de ruido ambiental, Parte II: Recolección de datos pertinentes al uso de suelo.
- ISO 2631 “Evaluation of human exposure to whole-body vibration”, Part 2: Continuous and shock-induced vibration in buildings (1 to 80 Hz).

### ***6.2.4 Aguas superficiales***

El monitoreo de agua superficial comprenderá un monitoreo de calidad y otro de caudales.

#### ***6.2.4.1 Calidad***

##### ***Parámetros***

El monitoreo de agua superficial considera la determinación de los siguientes parámetros:

- Parámetros generales: pH y oxígeno disuelto
- Metales totales
- Sulfuros

- Nitratos
- Cianuro WAD
- Adicionalmente: Conductividad, temperatura, sólidos totales disueltos (STD), sólidos totales en suspensión (STS), sulfatos, cloruros, alcalinidad total, alcalinidad al bicarbonato, nitrógeno amoniacal, sílice y metales disueltos.

### ***Estaciones de monitoreo***

En la Tabla 6.5 y la Figura 6.3 se presenta información sobre las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial.

### ***Metodología***

El muestreo, la preservación de las muestras y los análisis de laboratorio se realizarán según el Protocolo de Monitoreo de Calidad de Agua (MINEM, 1994), así como el Protocolo de Monitoreo de Knight Piésold el cual resume los criterios establecidos del Handbook for Sampling and Sample Preservation of Water and Wastewater (EPA-600/4-82-029).

### ***Frecuencia***

Los monitoreos de la calidad de aguas superficiales se llevarán a cabo mensualmente.

### ***Estándares y lineamientos***

- Decreto Ley N° 17752, Ley General de Aguas (Clase III).
- D.S. N° 261-69-AP, Reglamento de los Títulos I, II y III del Decreto Ley N° 17752.
- D.S. N° 41-70-AG, Complementación del Reglamento del Título III del Decreto Ley N° 17752.
- D.S. N° 007-83-SA, Modifican Reglamento de la Ley de Aguas
- Resolución Ministerial N° 011-96-EM/VMM, Niveles Máximos Permisibles para Efluentes Líquidos para las Actividades Minero – Metalúrgicas.
- D.S. N° 003-2003-SA, Modifican artículo 82 del Reglamento de los Títulos I, II y III de la Ley General de Aguas

#### ***6.2.4.2 Caudales***

##### ***Parámetros***

Se medirán los caudales (volumen de agua por unidad de tiempo). En las estaciones automáticas de aforos ubicadas en la quebrada Bramadero y en el río Pisit, el parámetro a evaluar será el rango de caudales.

### ***Estaciones de monitoreo***

En la Tabla 6.5 y la Figura 6.3 se presenta información sobre las estaciones de monitoreo.

### ***Metodología***

Las mediciones de los caudales se harán de acuerdo con los procedimientos descritos por Water Management Consultants (2007) en el Anexo H-3.

### ***Frecuencia***

Para las estaciones hidrométricas de la quebrada Bramadero y del río Pisit la frecuencia de registro es continua y la información almacenada en los datalogger será extraída mensualmente mediante una computadora portátil. Mientras que en el resto de estaciones de aforo la frecuencia de monitoreo será mensual.

### ***Estándares y lineamientos***

No aplican.

## ***6.2.5 Agua subterránea***

El objetivo general del monitoreo del agua subterránea es determinar si hay variaciones en la ocurrencia y naturaleza de los recursos de agua subterránea en el área.

### ***6.2.5.1 Calidad***

#### ***Parámetros***

Debido a que no hay estándares nacionales para calidad de aguas subterráneas, se tendrá como referencia principal las características del agua subterránea que fueron identificadas durante el desarrollo de la línea base ambiental. El monitoreo de agua subterránea comprenderá los parámetros siguientes:

- pH y oxígeno disuelto
- Metales totales
- Sulfuros
- Nitratos
- Cianuro WAD
- Adicionalmente: CE, temperatura, STD, STS, sulfatos, cloruros, alcalinidad total, alcalinidad al bicarbonato, nitrógeno amoniacal, sílice y metales disueltos.

### ***Estaciones de monitoreo***

La Tabla 6.5 y la Figura 6.3 proporcionan información sobre las estaciones de monitoreo y su ubicación.

### ***Metodología***

Los parámetros de campo (conductividad eléctrica, pH, temperatura y oxígeno disuelto) se determinarán mediante el uso de electrodos apropiados de un equipo multiparámetros. La toma de muestras se realizará de acuerdo con lo establecido en el Anexo H-3. La preservación de muestras y análisis de laboratorio se realizarán de acuerdo con el Protocolo de Monitoreo de Calidad de Agua (MINEM, 1994), así como al Protocolo de Monitoreo de Knight Piésold, el cual resume los criterios del Handbook for Sampling and Sample Preservation of Water and Wastewater (EPA-600/4-82-029).

### ***Frecuencia***

El monitoreo de la calidad de las aguas subterráneas se llevará a cabo mensualmente.

### ***Estándares y lineamientos***

- Se utilizarán como referencia las características determinadas en el monitoreo de línea base ambiental.
- Los estándares de calidad ambiental de la Ley General de Aguas serán valores de cumplimiento únicamente para los casos en que las tendencias de los parámetros analizados en el tiempo muestren que estos se encuentran por debajo de los ECA respectivos para la Clase I.
- En general, los ECA establecidos para la Clase I de la Ley General de Aguas (D.L. N° 17752), su Reglamento (D.S. N° 261-69-SA) y modificatorias (D.S N° 007-83-SA, D.S N° 003-2003-SA) serán valores de referencia conservadores en tanto las aguas subterráneas puedan eventualmente ser usadas por la población de la zona.
- Los valores de cumplimiento para Minera La Zanja, sin embargo, serán los determinados en el monitoreo de línea base.

#### ***6.2.5.2 Niveles***

##### ***Parámetros***

Se medirá la profundidad del acuífero subterráneo.

##### ***Estaciones de monitoreo***

La Tabla 6.5 y la Figura 6.3. proporcionan información sobre las estaciones de monitoreo, incluyendo su ubicación.



### ***Metodología***

El nivel del acuífero subterráneo será medido empleando una sonda eléctrica.

### ***Frecuencia***

El monitoreo de los niveles de las aguas subterráneas se llevará a cabo mensualmente.

### ***Estándares y lineamientos***

Se utilizarán como referencia los niveles registrados durante los trabajos de línea base ambiental.

## **6.2.6 Efluentes**

### ***Parámetros***

Los parámetros a monitorear son:

- pH
- Sólidos suspendidos totales
- Plomo
- Cobre
- Zinc
- Fierro
- Arsénico
- Cianuro total

### ***Estaciones de monitoreo***

La salida del embalse de aguas Bramadero se considera como único punto de monitoreo de efluentes del proyecto debido a que recibe los efluentes de las plantas de tratamiento a operarse. Su ubicación exacta se muestra en la Tabla 6.5 y en la Figura 6.3.

### ***Metodología***

El monitoreo de los efluentes se realizará a la salida del embalse de agua Bramadero. El protocolo de muestreo estará basado en los procedimientos establecidos en el Manual para Muestreo y Preservación de Muestras de Agua y Aguas Residuales (Handbook for Sampling and Sample Preservation of Water and Wastewater), EPA-600/ 4-82-029, setiembre 1982, Capítulo 5 - Muestreo de Aguas Residuales Municipales (Sampling Municipal Wastewaters).

### ***Frecuencia***

La frecuencia de monitoreo será semanal y la frecuencia de presentación del reporte será trimestral.

### ***Estándares y lineamientos***

- En el caso de vertimientos de efluentes provenientes de operaciones minero - metalúrgicas a cuerpos receptores, es la autoridad ambiental competente (DGAAM - MINEM) quien aprueba los puntos de vertimiento propuestos y sustentados por el proyecto. Los respectivos estándares están contenidos en el Anexo 1 de la R.M. N° 011-96-EM/VMM.
- Los vertimientos en dichos puntos son luego aprobados por DIGESA, previa copia del EIA que comprenda la evaluación del impacto del vertimiento en el cuerpo receptor.

### ***6.2.7 Flora y vegetación***

El monitoreo de vegetación comprenderá específicamente la zona de bosque ubicada en las laderas por debajo de los tajos.

### ***Parámetros***

Se evaluarán los siguientes parámetros:

- Cobertura vegetal del estrato arbóreo
- Diversidad
- Densidad

### ***Estaciones de monitoreo***

La Tabla 6.5 incluye información sobre las parcelas de monitoreo y su ubicación se muestra en la Figura 6.4. Cabe mencionar que el monitoreo de la parcela BZ 11 se realizará hasta que ésta presente la influencia de la rodadura de escombros por el desarrollo del tajo San Pedro Sur.

### ***Metodología***

La cobertura vegetal del estrato arbóreo será cartografiada y cuantificada mediante técnicas de fotointerpretación, utilizando ortofotos del área delimitada en la Figura 3.18. Para la evaluación cuantitativa de diversidad se usará el índice de diversidad (Shannon H) y se emplearán evaluaciones de densidad para los estratos arbóreo-arbustivo y herbáceo. Se trabajarán parcelas de 500 m<sup>2</sup> para el estrato arbóreo-arbustivo y sub-parcelas de 4 m<sup>2</sup> para el estrato herbáceo.

### ***Frecuencia***

El monitoreo de cobertura vegetal y la evaluación cuantitativa en el bosque de neblina se realizará en forma semestral, correspondiendo a las épocas húmeda y seca.

### ***Estándares y lineamientos***

- Lista de Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre publicada por D.S. N° 043-2006, el 13 de julio de 2006.
- Apéndices de la Convención para el Comercio Internacional de Especies de Flora y Fauna Amenazadas (CITES).
- Listas de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN).

### ***6.2.8 Fauna terrestre y acuática***

Se propone un área de control donde se registrarán las mismas variables o parámetros que se registren en las zonas del monitoreo. Para estimar la magnitud de los impactos se compararán los registros dentro de las áreas de monitoreo con los que correspondan al área de control.

### ***Parámetros***

El monitoreo de fauna comprenderá:

- Monitoreo cualitativo de mamíferos (indicadores de presencia, huellas, avistamientos, madrigueras, entre otros)
- Monitoreo cuantitativo de avifauna (índices de diversidad y abundancia)
- Monitoreo cuantitativo de organismos acuáticos (índices de diversidad y abundancia)

### ***Estaciones de monitoreo***

#### Monitoreo cualitativo de mamíferos y monitoreo cuantitativo de avifauna

Las coordenadas de los transectos para el monitoreo cuantitativo de avifauna se presentan en la Tabla 6.5 y la Figura 6.4 muestra su ubicación. Estos mismos transectos se utilizarán para el monitoreo cualitativo de mamíferos.

#### Monitoreo cuantitativo de organismos acuáticos

El monitoreo de organismos acuáticos (peces y bentos) se realizará en los puntos indicados en la Tabla 6.5 y la Figura 6.4.

### ***Metodología***

#### Monitoreo cualitativo de mamíferos y monitoreo cuantitativo de avifauna

El monitoreo cualitativo de mamíferos se realizará de acuerdo con la metodología presentada en el Anexo L1. La evaluación cuantitativa de avifauna se realizará de acuerdo con lo especificado en el Anexo L2.

#### Monitoreo de calidad de hábitat y monitoreo cuantitativo de organismos acuáticos

El monitoreo de calidad de hábitat y el monitoreo cuantitativo de organismos acuáticos se realizarán de acuerdo con las metodologías presentadas en el Anexo M2.

### ***Frecuencia***

El monitoreo de fauna se realizará en forma semestral, coincidiendo en las épocas húmeda y seca.

### ***Estándares y lineamientos***

- Lista de Categorización de Especies Amenazadas de Fauna Silvestre publicada por D.S. N° 034-2004-AG.
- Apéndices de la Convención para el Comercio Internacional de Especies de Flora y Fauna Amenazadas (CITES).
- Listas de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN).

## ***6.3 Plan de respuesta a emergencias y contingencias***

### ***6.3.1 Plan de respuesta a emergencias***

Establece específicamente los planes de acción a ser implementados de presentarse un hecho fortuito como incendios, movimientos sísmicos, colapso de la plataforma de lixiviación, desastres naturales y otros (Anexo AC). Este documento contiene instrucciones claras y precisas, así como procedimientos de comunicación en caso de emergencias y las responsabilidades del personal, del Comité Central de Crisis y de las Brigadas de Emergencia.

El Plan de Respuesta a Emergencias de Minera La Zanja para el proyecto define e identifica las áreas críticas en:

- Planta de proceso, taller de mantenimiento y laboratorio
- Plataforma de lixiviación
- Almacenes (combustibles, sustancias químicas, materiales inflamables, madera y polvorín)
- Subestación eléctrica

- Oficinas administrativas
- Campamento
- Mina

### **6.3.2 Plan de respuesta a contingencias**

El proyecto requerirá el manejo (carga, descarga, transporte, almacenamiento y uso) de materiales peligrosos como combustibles e insumos químicos, entre otros. El Plan de Respuesta a Contingencias de Minera La Zanja para el proyecto (Anexo AD) incluye los procedimientos detallados de respuesta para atender contingencias con cianuro de sodio, cal, reactivos químicos varios, cloro, combustibles líquidos, GLP y mercurio. El Anexo AC también incluye las hojas de seguridad de los reactivos mencionados (MSDS).

De las actividades que involucran el manejo de materiales peligrosos, el transporte terrestre es la actividad de mayor riesgo, los vehículos que presten servicio estarán debidamente equipados y en condiciones óptimas de seguridad para la labor encomendada. El Plan de Respuesta a Contingencias aborda los procedimientos a seguir en caso se presente alguna contingencia durante el transporte de dichos materiales.

Se prevé que se requerirá el transporte de:

- Cianuro de sodio (aproximadamente 1 095 TM/año) desde los almacenes de RANSA en el Callao, Lima, hasta la planta del Proyecto La Zanja en Cajamarca.
- Cal (aproximadamente 6 470 TM/año) desde la planta de Pacasmayo en La Libertad hasta la planta del Proyecto La Zanja en Cajamarca.
- Ácido nítrico (aproximadamente 50 TM/año) desde los almacenes de RANSA en el Callao, Lima, hasta la planta del Proyecto La Zanja en Cajamarca.
- Hidróxido de sodio (aproximadamente 2,16 TM/año) desde la planta de QUIMPAC en el Callao, Lima, hasta la planta del Proyecto La Zanja en Cajamarca.
- Ácido sulfúrico (aproximadamente 174 TM/año) desde los almacenes de RANSA en el Callao, Lima, hasta la planta del Proyecto La Zanja en Cajamarca.
- Cloro (aproximadamente 12 TM/año) desde la planta de QUIMPAC en Paramonga, Lima, hasta la planta del Proyecto La Zanja en Cajamarca.
- Peróxido de hidrógeno (aproximadamente 38,22 TM/año) desde los almacenes de RANSA en el Callao, Lima, hasta la planta del Proyecto La Zanja en Cajamarca.
- Carbón activado (aproximadamente 110 TM/año) desde los almacenes de RANSA en el Callao, Lima, hasta la planta del Proyecto La Zanja en Cajamarca.

- Combustible (aproximadamente 1 440 000 galones/año) desde el terminal en el puerto Eten, Lambayeque, hasta la planta del Proyecto La Zanja en Cajamarca.
- Gas licuado GLP (aproximadamente 120 000 galones/año) desde el terminal en el puerto Eten, Lambayeque, hasta la planta del Proyecto La Zanja en Cajamarca.
- Mercurio que podría generarse en los procesos de producción.

La información presentada en el Plan de Respuesta a Contingencias será actualizada periódicamente sobre la base de la experiencia acumulada, variaciones de ruta, clima, así como de los avances tecnológicos, siendo distribuida entre el personal del proyecto, contratistas, proveedores y transportistas.

#### **6.4 Plan de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente**

El Plan de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente (SSMA), está diseñado para lograr una gestión efectiva de los temas relacionados con la seguridad, salud de las personas y el medio ambiente. Los objetivos de este plan son:

- Asegurar que las medidas de respuesta a emergencias sean efectivas.
- Asegurar que se reduzca al mínimo el impacto sobre el medio ambiente.
- Asegurar que el personal esté capacitado e instruido adecuadamente a fin de realizar sus labores de manera segura.
- Asegurar que la operación cumpla con la legislación vigente.
- Cero accidentes fatales
- Cero lesiones con tiempo perdido
- Prevenir, minimizar, administrar y supervisar el impacto de las actividades del proyecto, cumpliendo con las obligaciones contractuales y legales.
- Velar por la protección del personal.
- Velar por una gestión ambiental responsable y sostenible.
- Contar con una fuerza laboral capacitada y preparada para controlar los riesgos inherentes a las labores asignadas.

El Plan SSMA que se presenta en el Anexo AB, detalla los procedimientos a seguir por Minera La Zanja. Se detallan además las principales funciones de gestión y supervisión según líneas de responsabilidad, de acuerdo con el cargo y otros requerimientos específicos.

## **6.5 Plan de manejo de residuos sólidos**

El Plan de Manejo de Residuos Sólidos, describe las acciones orientadas al buen manejo de dichos residuos en el proyecto. Incluye lo relativo a minimización, segregación, recolección, almacenamiento temporal, transporte y disposición final de los mismos.

### **6.5.1 Objetivo**

El objetivo del plan es asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud pública, de acuerdo con lo establecido en la Ley General de Residuos Sólidos (Ley N° 27314) y su reglamento (D.S. N° 057-2004-PCM).

### **6.5.2 Marco legal**

La principal norma que regula el manejo de los residuos sólidos a nivel nacional es la Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos, promulgada el 21 de julio de 2000 y su reglamento, D.S. N° 057-2004-PCM, del 24 de julio del 2004. Estas normas se enmarcan dentro de la política nacional ambiental y los principios establecidos en la Ley General del Ambiente. Por otro lado, como parte del marco legal, para el transporte de los residuos peligrosos se considera lo establecido en la Ley N° 28256, Ley que Regula el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, de fecha 19 de junio de 2004.

### **6.5.3 Tipos de residuos sólidos**

Los residuos sólidos a ser generados durante el desarrollo del proyecto corresponden a:

#### Residuos sólidos domésticos

Los residuos sólidos domésticos corresponden a restos de alimentos, papeles, vidrios, plásticos, cartones, envases en general, entre otros.

#### Residuos sólidos de construcción

Los residuos sólidos de construcción son inertes, se trata de escombros, chatarra, embalajes, despuntes metálicos, rejillas o plataformas de madera, entre otros.

#### Residuos sólidos peligrosos

Los residuos sólidos peligrosos corresponden a materiales que presenten una o más de las siguientes características: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y patogenicidad. Los residuos sólidos peligrosos más probables corresponden a envases de los reactivos del proceso, elementos de limpieza y residuos contaminados con aceites y/o grasas.

También se incluyen los suelos contaminados con reactivos o hidrocarburos, de producirse un potencial derrame de estas sustancias.

#### **6.5.4 Medidas de manejo**

Las medidas de manejo se clasifican de acuerdo con las diferentes actividades, como se detalla a continuación.

#### **6.5.5 Minimización**

Se identificarán los tipos de residuos a ser generados durante las etapas del proyecto, a fin de coordinar su manejo y disposición final evitando, en la medida de lo posible, la mezcla de residuos de distintas características. El máximo aprovechamiento de las estructuras de concreto existentes en la zona redundará en una disminución de los residuos de construcción tales como desmontes y escombros productos de las actividades de demolición.

La cantidad de residuos sólidos domésticos que se pueda generar es variable, dependerá del número de trabajadores presentes en las diversas etapas del proyecto. Se considera una tasa de generación de 0,5 kg/persona/día, por lo que se puede estimar una generación de residuos sólidos de 10,5 TM/mes durante la etapa de construcción (asumiendo un promedio de 700 trabajadores) y de 2,6 TM/mes durante la etapa de operación (asumiendo un promedio de 175 trabajadores). Una forma de disminuir estos volúmenes es reducir el consumo de productos descartables o comprar productos que presenten la menor cantidad de embalaje. Del mismo modo, se priorizará la devolución de contenedores, cilindros y envases en general a los proveedores, minimizando la acumulación de residuos en el área del proyecto.

#### **6.5.6 Segregación**

Las instalaciones donde se generen los residuos deberán disponer de contenedores (cilindros u otros) debidamente identificados de acuerdo con el código de colores establecido por Minera La Zanja (Figura 6.5):

- Verde para desechos domésticos, entre los que se encuentran:
  - Residuos de madera (incluidas cajas big bag)
  - Restos de alimentos
  - Restos de plantas y malezas
  - Bolsas de cemento
  - Papeles, cartones y envases de oficina
  - Cajas de cartón sin contacto con explosivos



- Bolsas y botellas de plástico
  - Costales usados
  - Residuos de aseo personal
  - Guantes de neopreno o cuero
  - Mangas de ventilación
  - Mangueras de PVC y polietileno
  - Sacos de polietileno y polipropileno
  - Tuberías de plástico y PVC
  - Vasos y platos descartables de plástico
  - EPP en general
  - Botellas y recipientes de vidrio
  - Vajilla de vidrio
  - Papel higiénico usado
  - Pañales y toallas higiénicas
- Amarillo para residuos metálicos, entre los que se encuentran:
- Alambres
  - Barrenos
  - Brocas diamantinas
  - Cables eléctricos y metálicos
  - Calaminas (recortes)
  - Cerchas
  - Fierro corrugado
  - Herramientas metálicas en general
  - Latas de soldadura y para alimentos
  - Mallas metálicas
  - Piezas metálicas de automóviles y equipos pesados
  - Planchas y láminas de fierro (recortes)
  - Split set
  - Tuberías de fierro galvanizado
  - Varillas de perforación y soldadura
- Azul para residuos peligrosos, entre los que se encuentran:
- Envases y materiales impregnados con bentonita, cal, carburo, cianuro, cloro o lejía, detergente, hollín, reactivos y sustancias químicas, soda cáustica

- Baterías de locomotoras usadas
  - Baterías y pilas usadas
  - Bolsa para cal viva y para explosivos
  - Bolsas y cajas de cartón (big bag) para cianuro
  - Cauchos y poliuretanos antiabrasivos
  - Envases de vidrio usados en laboratorio químico
  - Envases para aditivos e insecticidas
  - Escorias producto de la fundición
  - Fibra de vidrio
  - Filtros para aire
  - Lámparas, focos, faros y fluorescentes usados
  - Guías para explosivos
  - Papel carbón
  - Relees Eléctricas usados
  - Restos de soldadura eléctrica
  - Tierra con restos de soldadura
  - Trapos y waypes industriales impregnados con sustancias químicas
  - Cartuchos de tinta de impresora
- Naranja para residuos inflamables, entre los que se encuentran:
- Envases y materiales impregnados con aceites lubricantes, acetona, aguarrás, alcohol, becina, gasolina, grasas, kerosene, limpiador de muebles, petróleo, terokal, thinner.
  - Cojines para cera
  - Envases en spray en general
  - Envases para pintura en general
  - Filtros para aceites
- Negro para residuos hospitalarios, entre los que se encuentran:
- Bajalenguas de madera
  - Catéteres plásticos
  - Curitas usadas
  - Frascos de medicamentos en general
  - Gasas, algodones y pañales contaminados con sangre y otros fluidos corporales
  - Guantes de látex

- Jeringas y agujas descartables
- Láminas de plomo
- Ligaduras
- Materiales impregnados con antisépticos
- Residuos de aseo personal (hospitalarios)
- Sondas descartables
- Esparadrapos
- Instrumentos para cirugía
- Razuradores descartables
- Recipientes plásticos de reactivos (revelador, fijador)
- Restos de óxido de zinc y mercurio
- Tubos y láminas de vidrio
- Varillas descartables
- Venoclisis descartables

Las características de estos contenedores estarán de acuerdo con el tipo de residuo a almacenar. Los contenedores se ubicarán en lugares que no representen riesgos para el normal desenvolvimiento de las actividades ni operaciones.

### **6.5.7 Recolección**

Para la recolección de los contenedores de los residuos sólidos segregados, se deberá establecer horarios, frecuencias y determinar los puntos específicos de recolección, manteniendo una comunicación constante entre el área generadora y los encargados de la recolección. Para la recolección, los contenedores deberán encontrarse herméticamente cerrados. Las unidades encargadas de la recolección de los residuos y su conducción hacia el área de almacenamiento temporal (al interior del proyecto) contarán con las medidas de seguridad del caso (extinguidores, tolvas cubiertas, equipo de radio, entre otros). La recolección de los residuos sólidos de construcción se realizará desde el área de construcción y será coordinada a fin de ser efectuada a diario, una vez finalizadas las tareas programadas.

### **6.5.8 Almacenamiento temporal**

Los residuos sólidos domésticos y peligrosos, en sus contenedores correspondientes, serán derivados al área de almacenamiento temporal antes de ser transportados para su disposición final. Estos residuos serán almacenados en ambientes que eviten su dispersión, exposición a lluvias, riesgos de explosión u otros, de acuerdo con sus características físicas y químicas, considerando su eventual peligrosidad y/o incompatibilidad con otros residuos, así como las reacciones que puedan ocurrir con las paredes del recipiente que los contenga. Los recipientes

deben aislar en forma segura los residuos peligrosos del ambiente, deben estar rotulados en forma visible, identificando plenamente el tipo de residuo.

Los aceites y lubricantes usados, retirados de las máquinas y equipos, serán colocados en recipientes adecuados y seguros. Los filtros de aceite serán escurridos y posteriormente aplastados y trasladados, junto con los aceites y lubricantes usados, hacia el área de almacenamiento temporal de residuos peligrosos para su eventual reciclaje o disposición por empresas especializadas. Las características de las áreas de almacenamiento serán:

Residuos sólidos domésticos (no peligrosos)

El área de almacenamiento temporal de residuos sólidos domésticos contará con una losa de concreto en un área cercada y debidamente señalizada.

Residuos sólidos peligrosos

El área de almacenamiento temporal de residuos peligrosos contará con una losa de concreto en un área cerrada, techada y de acceso restringido, debidamente señalizada. Esta área estará separada por una distancia adecuada, de acuerdo con el nivel de peligrosidad del residuo, con respecto a las áreas de producción, servicios, oficinas, almacenamiento de insumos o materias primas o de productos terminados. Se identificarán zonas que permitan reducir riesgos de emisiones, fugas, incendios, explosiones o inundaciones, contando con sistemas de drenaje y tratamiento de lixiviados. Los pasillos o áreas de tránsito serán lo suficientemente amplios para permitir el paso de maquinarias y equipos, así como el desplazamiento del personal de seguridad o de emergencia. Las áreas de almacenamiento temporal contarán con sistemas contra incendios, dispositivos de seguridad y equipos e implementos de protección personal de acuerdo con la naturaleza y toxicidad del residuo. Los pisos serán lisos, impermeables y resistentes. El sistema de señalización indicará la peligrosidad de los residuos.

Residuos sólidos de construcción

Los residuos sólidos de construcción con valor comercial serán dispuestos en forma temporal en una plataforma abierta para ser comercializados mientras que los residuos no comercializables no tendrán un área de almacenamiento temporal sino que serán colectados de inmediato, una vez concluidas las labores diarias y enviados al depósito de desmonte de construcción.

**6.5.9 Transporte y disposición final**

Los residuos sólidos domésticos (no peligrosos) generados durante las etapas de construcción y operación serán transportados y dispuestos en el relleno sanitario del proyecto (Anexo U).

Los residuos de construcción (inertes) con algún valor comercial serán entregados a una empresa comercializadora de residuos sólidos (EC-RS), registrada en DIGESA y con autorización para el transporte de estos residuos. Los residuos no comercializables serán enviados al depósito de desmonte de construcción.

Los residuos sólidos peligrosos generados durante la construcción y operación serán transportados y dispuestos en el relleno de seguridad del proyecto, ubicado en la zona industrial (Anexo U). Los aceites y lubricantes usados serán dispuestos por una empresa prestadora de servicios de residuos sólidos (EPS-RS) debidamente registrada en DIGESA, la cual se encargará de la adecuada disposición final.

Las escorias que se producen en la fundición tendrán un tratamiento especial. Estas serán molidas con la finalidad de recuperar algo de oro que queda en ellas. Luego se procederá a la separación del oro de la escoria a través de un concentrador gravimétrico giratorio. La escoria sin oro libre se transportará a la pila de lixiviación y el concentrado gravimétrico con oro libre se volverá a fundir para recuperar cualquier traza de parte valiosa que haya permanecido como remanente. Esta operación se realizará cada vez que haya fundición y de esta manera se evitará el acumulamiento de escorias.

#### **6.5.10 Registros**

Se llevará un registro interno del manejo de los residuos sólidos, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos (D.S. N° 057-2004-PCM). En el caso del transporte y disposición final de los residuos peligrosos se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Llenar el registro en el Manifiesto de Manejo de Residuos Sólidos Peligrosos, conforme al D.S. N° 057-2004-PCM, el cual debe estar firmado y sellado por el responsable del área técnica de las EPS-RS que intervenga hasta su disposición final.
- Para cada movimiento u operación de transporte de residuos peligrosos, Minera La Zanja entregará a la EPS-RS encargada, el original del Manifiesto suscrito. Todas las EPS-RS que participen en el movimiento de residuos para su tratamiento y disposición final, deberán suscribir el original del manifiesto al momento de la recepción.
- Minera La Zanja y cada EPS-RS conservarán su copia del manifiesto con las firmas al momento de la recepción. Una vez que la EPS-RS de transporte entrega los residuos a la EPS-RS encargada del tratamiento o disposición final, devolverá el Manifiesto original a Minera La Zanja, firmado y sellado por todas las EPS-RS que han intervenido hasta la disposición final.

- Minera La Zanja remitirá el original del manifiesto con las firmas y sellos al MINEM.

Asimismo, Minera La Zanja presentará una Declaración de Manejo de Residuos Sólidos al MINEM dentro de los primeros quince días hábiles de cada año, según el formulario del Anexo 1 del D.S. N° 057-2004-PCM, acompañado del plan de manejo de residuos sólidos a ser ejecutado en el siguiente periodo.

#### **6.5.11 Responsabilidades**

- Minera La Zanja designará un responsable de velar por el manejo adecuado de los residuos sólidos de acuerdo con el Plan de Manejo de Residuos Sólidos y que el plan sea comunicado al personal.
- El personal encargado es responsable del cumplimiento del Plan de Manejo de Residuos Sólidos y los instructivos específicos de manejo.
- El Área de Asuntos Ambientales de Minera La Zanja auditará el cumplimiento del Plan de Manejo de Residuos Sólidos.

#### **6.5.12 Capacitación**

Se implementará un plan de capacitación a los trabajadores de la compañía y de los contratistas sobre las características y forma de reconocer los diferentes tipos de residuos, incluyendo los contenedores y lugares de almacenamiento temporal específicos.

## **7.0 Plan de Relaciones Comunitarias**

---

### **7.1 Introducción**

El instrumento para la implementación de la Política de Relaciones Comunitarias, es el Plan de Relaciones Comunitarias (PRC). El PRC de Minera La Zanja, ha sido elaborado sobre la base de la Guía sobre Relaciones Comunitarias (MINEM, 2001), los temas identificados en el Estudio de Impacto Social (EIS) y la información recogida durante el trabajo de campo realizado por Golder Associates Perú S.A. en los años 2004 y 2007. Minera La Zanja es consciente de la importancia de crear y mantener relaciones sólidas con la población de las localidades ubicadas en su área de influencia durante las diversas etapas del proyecto. Los temas clave para que esta relación sea exitosa, son el manejo ambiental adecuado, el respeto a las autoridades locales y el diálogo.

### **7.2 Política de relaciones comunitarias**

El compromiso corporativo de responsabilidad social de Minera La Zanja se ajustará a las características de cada una de las etapas del proyecto. Durante la etapa de exploración se priorizó la implementación de canales de información a fin de definir temas de mutuo interés. En la de construcción se establecerán mecanismos de coordinación que permitan la difusión de información y la solución de discrepancias. En la etapa de operación se ejecutarán proyectos de desarrollo sostenible, fomentando la participación ciudadana en el marco de una política de puertas abiertas. En la etapa de cierre se trabajará en la rehabilitación de las áreas impactadas y en potenciar las capacidades de los trabajadores para la etapa post cierre. Finalmente, el post cierre incluirá acciones de monitoreo que serán realizadas por la empresa y la población.

En concordancia con el compromiso corporativo de Minera La Zanja, entre las funciones del Área de Relaciones Comunitarias estará el mantener relaciones basadas en la transparencia y buena voluntad de todos los actores. Asimismo, se trabajará en lograr la excelencia ambiental en las diversas actividades del proyecto, también se pondrá especial atención a la prevención y minimización de los riesgos e impactos sociales negativos, potenciando los impactos sociales positivos derivados de la actividad de Minera La Zanja. Uno de los objetivos específicos del PRC es lograr la identificación de los trabajadores y colaboradores con la empresa. Se trabajará para ganar la confianza de la población e instituciones locales.

En lo que concierne a la contratación temporal de personal local, los puestos de trabajo serán cubiertos, preferentemente, por los pobladores de las áreas de influencia, promoviendo el mejoramiento de sus capacidades. Se prestará interés en evitar expectativas desmedidas en relación al empleo, monitoreando el arribo de personas foráneas en busca de trabajo. En el

tema de compras locales, se dará preferencia a la oferta local, en la medida que ofrezca la calidad requerida por Minera La Zanja. Se evitará comprar aquellos productos destinados al autoconsumo de las familias.

Del mismo modo, se efectuará un seguimiento de los cambios en el contexto social que resulten de la actividad de Minera La Zanja en la zona, lo que permitirá la toma de medidas preventivas y/o de solución de conflictos. En relación al uso del terreno superficial, se desarrollarán procesos de negociación que permitan acuerdos justos, transparentes y equitativos entre la empresa y los dueños del terreno; asimismo, se propugnará el cabal cumplimiento de los compromisos asumidos. El programa de desarrollo local promoverá la generación de capacidades en los actores y organizaciones locales a través de la consolidación de alianzas estratégicas, trabajando conjuntamente con la población.

### ***7.2.1 Política de adquisición de tierras***

Cuando Minera La Zanja requirió la propiedad o la autorización para el uso de los terrenos superficiales, se identificó a los propietarios, estableciendo una política de acercamiento y negociación. Se trataba de personas naturales, los terrenos en cuestión eran usados para pastar ganado. Inicialmente, se identificaron diecisiete (17) propietarios, pero luego de efectuado el estudio de factibilidad, esta cifra se redujo a once (11); las conversaciones se dieron entre el representante del proyecto y cada uno de ellos.

Minera La Zanja llevó a cabo los trámites documentarios y la preparación del contrato de compra-venta del terreno. Apoyó a varios propietarios en la tramitación de sus documentos de identidad (DNI) ante el Registro Nacional de Identificación y Estado Civil (RENIEC) y en la regularización del registro de los títulos de propiedad, con el apoyo del Programa Especial de Titulación de Tierras (PETT). Concluida la titulación de los terrenos y la elaboración de los contratos compra-venta, se inició el proceso de pago, el que se fue realizando a medida que avanzaba el proceso de tramitación. El pago se realizó a través de entidades bancarias con sucursal en la ciudad de Cajamarca. Los ex propietarios utilizaron el dinero obtenido por la venta de sus tierras, para comprar terrenos más productivos en lugares como Tongod, San Miguel, Chiclayo; algunos ex propietarios han mantenido el dinero en el banco como ahorro.

### ***7.2.2 Política de prevención social y manejo de impactos socioeconómicos***

En tanto la política de Minera La Zanja es mantener buenas relaciones con la población del entorno y con los ex propietarios, ha brindado capacitación y asesoramiento en actividades como minería y agroindustria, a fin de contar con sus servicios de acuerdo con las necesidades de la empresa y sus estándares.



En el tema de salud, Minera La Zanja implementará, en coordinación con las autoridades sectoriales, un programa de salud preventiva. Las autoridades sectoriales serán quienes definirán los recursos humanos y materiales requeridos, así como el tipo de apoyo que Minera La Zanja puede brindar para llevar a cabo este programa. Esta iniciativa incluye también campañas de vacunación, control de la natalidad y prevención de enfermedades de transmisión sexual, además de programas para disminuir el índice de desnutrición infantil, entre otros. Minera La Zanja dará especial atención a la realización de campañas informativas, de prevención y tratamiento del agua para consumo humano en la población del entorno y en la quebrada El Cedro.

Entre los potenciales impactos económicos que Minera La Zanja puede generar en sus diversas etapas (construcción, operación y cierre) están el aumento de la recaudación tributaria, el aumento de la demanda de bienes y servicios y la generación de empleo directo e indirecto. Los impactos potenciales del proyecto en el orden social y cultural son: cambios demográficos asociados a la presencia del personal y a la migración; modificación de ciertas costumbres locales, vinculada con la presencia de gente de otros lugares en la zona; el mayor tránsito de vehículos y el uso de la infraestructura vial.

Entre las medidas de mitigación de estos impactos se proponen: la sensibilización de los trabajadores de la compañía y las empresas contratistas sobre el respeto a la población local y el medio ambiente; la implementación de mecanismos de información, comunicación y consulta; la coordinación con las autoridades locales para la contratación de mano de obra local; la información adecuada y oportuna sobre puestos de trabajo y los perfiles de cada uno. En el caso del uso de la infraestructura vial, se informará y capacitará en temas vinculados con la seguridad vial, además de la implementación efectiva del Plan de Contingencias frente a accidentes.

El Código de Conducta regirá para quienes trabajen para el proyecto, sin excepción alguna. Este exige el cumplimiento de los procedimientos de seguridad, salud, medio ambiente y relaciones comunitarias. Se espera que la estricta observancia del Código de Conducta contribuya a que las relaciones con la población se basen en el respeto mutuo, priorizando la transparencia, el diálogo y la comunicación permanente.

### **7.2.3 Política de comunicación**

Esta política tiene como objetivo establecer mecanismos eficientes de comunicación y diálogo con la población local y grupos de interés, a fin de promover el establecimiento de canales de comunicación directos y permanentes. La política de comunicación y diálogo buscará poner

en marcha mecanismos para el recojo de inquietudes, preocupaciones y sugerencias, así como mantener informada a la población acerca de las actividades de monitoreo y de ejecución de planes y programas de relaciones comunitarias y demás actividades del proyecto.

El Área de Relaciones Comunitarias de Minera La Zanja atenderá las inquietudes y preocupaciones de los grupos de interés, fomentando la participación y comprensión de los temas tratados. La definición de los procedimientos de información dependerá de cada tema específico, la naturaleza del mismo y los grupos de interés involucrados. Se hará uso de los medios de comunicación disponibles en el área. Se realizarán visitas, presentaciones y talleres con la participación de la población y paralelamente se elaborarán y difundirán materiales acerca de las actividades del proyecto. Se prevé el establecimiento de un centro de información, a fin de canalizar las inquietudes que pudiesen surgir.

Minera La Zanja contará con un archivo de información sobre los compromisos asumidos con los grupos de interés, en el cual se consignará la fecha, los asistentes, temas tratados, acuerdos, registro audiovisual e informes sobre el desarrollo de las reuniones. Se entiende por **grupos de interés** a las personas u organizaciones que puedan ser impactados o tener influencia sobre el proyecto, bien en forma favorable o desfavorable, impulsándolo, paralizándolo o modificándolo. (Guía de Relaciones Comunitarias, MINEM, *op cit.*). Se ha clasificado a los grupos de interés según categorías por sector, sin que estas categorías sean unívocas; lo que cuenta es el papel que desempeñen estos grupos, su actitud de acuerdo con las circunstancias o nuevas condiciones (como por ejemplo el ingreso monetario) y el grado de influencia que éstos tienen sobre la población.

En la categoría política se ha considerado al gobierno y autoridades regionales, provinciales y distritales del área de influencia del proyecto; en la categoría social están las autoridades locales y organizaciones de base. Desde el punto de vista económico, se ha considerado tanto a los comerciantes como a los transportistas así como a las asociaciones de riego y de productores. También se considera como grupos de interés a las ONG y a las asociaciones civiles. A través del Programa de Comunicación y Consulta se establecerá y difundirá un sistema de contacto y comunicación entre los interesados y Minera La Zanja en las diferentes etapas del proyecto.

Los temas relevantes para el Plan de Comunicaciones, identificados durante la etapa de exploración, recogen las percepciones expresadas por la población y las autoridades del Área de Influencia Directa. Durante la etapa previa a la construcción, los temas relevantes son la descripción del proyecto, los impactos positivos (canon, regalías, generación de empleos,

otros), la mitigación de potenciales impactos negativos, la información del avance del EIA y el EIS, así como los contactos con la población. Entre los temas relevantes, se tienen los aspectos relacionados con monitoreo ambiental, salud preventiva, nutrición, higiene, seguridad e inquietudes de la población.

En cumplimiento de lo establecido en el Reglamento de Consulta y Participación Ciudadana en el Procedimiento de Aprobación de los Estudios de Impacto Ambiental en el Sector Energía y Minas (Resolución Ministerial N° 596-2002-EM/DM), Minera La Zanja ha llevado a cabo una serie de reuniones y presentaciones. En dichas reuniones ha informado sobre las actividades que desarrolla, aspectos referidos al proyecto y los avances del EIA. El proceso de participación se inició en mayo de 2001 con los siguientes objetivos: identificación de grupos de interés, desarrollo de una herramienta de diálogo y participación, identificación de los aspectos de interés y las percepciones, evaluación de los aspectos de interés identificados por los grupos participantes en la consulta y la comunicación de los resultados. Entre octubre y noviembre de 2007, la Dirección Regional de Energía y Minas, en coordinación con Minera La Zanja y la participación del Instituto de Ingenieros de Minas del Perú, realizó talleres informativos sobre Minería, Desarrollo, Aportes Económicos y Sociales. Los talleres se realizaron en los centros poblados menores de Pisit y San Lorenzo y en el caserío de La Zanja.

El área responsable de la implementación del Plan de Comunicaciones será el Área de Relaciones Comunitarias de Minera La Zanja.

#### ***7.2.4 Política de responsabilidad social***

A partir del conocimiento de las condiciones del entorno local y regional, Minera La Zanja desarrollará las acciones descritas en el PRC, contribuyendo en la medida de sus posibilidades al surgimiento, a través de acciones de facilitación y acompañamiento, de propuestas de autoridades locales, líderes de opinión y pobladores en general. Hay interés por parte de Minera La Zanja en concentrar su intervención en ejes temáticos, con resultados concretos para las condiciones locales. Para efectuar el seguimiento del cumplimiento de las metas propuestas, el Área de Relaciones Comunitarias preparará un reporte anual de evaluación de los avances obtenidos y recogerá de manera participativa los aportes de la población local. Los resultados de esta actividad serán puestos en conocimiento de la población.

En tal sentido, Minera La Zanja fundamenta su PRC en los lineamientos de infraestructura, manejo integrado de cuencas y generación de empleo. En el tema de infraestructura se contempla la construcción y mejoramiento de carreteras y la implementación de una red de

integración vial. En el tema energético, Minera La Zanja apoyó la elaboración del estudio técnico de electrificación rural San Miguel de Pallaques – Saucepampa. Este Pequeño Sistema Eléctrico (PSE) beneficiará a 23 localidades. Minera La Zanja coordinará la suscripción de un convenio con la empresa Hidrandina, con la Municipalidad de San Miguel de Pallaques y con el Gobierno Regional, para la ejecución conjunta del proyecto. Asimismo, la presencia de la operación minera contribuirá a mejorar las comunicaciones, mediante el arribo de la telefonía celular, televisión y servicio de internet.

Del mismo modo, y siempre coordinando con la población, no se descarta la construcción de presas pequeñas en las cabeceras de las cuencas para el abastecimiento de agua durante el estiaje (beneficio: generación de energía). Asimismo, se trabajará el tema forestal, tanto para la captura de agua, como por su potencial de generación de recursos económicos. El agua de lluvia puede ser captada mediante módulos familiares, ello requiere la participación de la población y la realización de actividades de difusión y capacitación sobre el cuidado de los recursos hídricos. Estas charlas serán extensivas a todos los trabajadores del proyecto. En cuanto al tema turístico, Minera La Zanja contribuirá con las iniciativas locales que surjan sobre el tema por parte de las autoridades locales y nacionales, a fin de poner en valor los recursos turísticos locales.

### ***7.3 Responsabilidades y funciones para el manejo del plan de relaciones comunitarias***

El PRC estará compuesto por las acciones que se realizarán para mantener buenas relaciones con las autoridades y poblaciones del AID y del AII. Este plan está íntimamente relacionado con el Plan de Manejo Social cuyos temas centrales se refieren a organización, responsabilidades, estructura, comunicación, documentación, capacitación, verificación y acciones correctivas.

Durante la etapa de construcción se contará con un responsable de la estructuración e implementación del plan, el cual estará en contacto con las localidades locales. Las acciones deben ser debidamente documentadas así como los logros concretos del plan. Se llevarán a cabo acciones para capacitar al personal de Minera La Zanja y a la comunidad en general, estas acciones serán objeto de seguimiento, a fin de ejecutar oportunamente las acciones correctivas que correspondan.

#### ***7.3.1 Etapa de construcción***

Durante la etapa de construcción se pondrá especial atención a la información y comunicación con la población del AID y AII. Para el efecto, se hará uso de medios de comunicación local como radio y/o prensa para informar a la población sobre las reuniones y actividades

programadas con autoridades, organizaciones, instituciones y representantes de la comunidad, tanto sobre el proyecto, como sobre otros temas de interés.

Se trabajará en la mitigación de los efectos de la construcción de la infraestructura, con especial interés en el tema del polvo; se trabajará en el mantenimiento de caminos y transporte. En lo que respecta al flujo vehicular, los conductores cumplirán los estándares de seguridad y rutas asignadas; las quejas serán canalizadas a través de una línea telefónica. En lo que toca a empleo, Minera La Zanja velará por dar preferencia a la mano de obra local, de acuerdo con los procedimientos de contratación establecidos, informando sobre la demanda laboral y condiciones de trabajo. A fin de facilitar la contratación local, Minera La Zanja pondrá en marcha un programa de capacitación, de acuerdo con los lineamientos de la Política de Relaciones Comunitarias. Se procederá del mismo modo respecto a la adquisición o permiso de uso de tierras.

La población local será informada de la demanda de servicios y recursos necesarios (tipo, tiempo de uso y requisitos) requeridos por el proyecto; si el servicio o recurso no se encontrase disponible a nivel local, se efectuará la búsqueda a nivel regional y finalmente, a nivel nacional. Minera La Zanja capacitará a los trabajadores en las políticas del proyecto, en temas vinculados a seguridad ocupacional e higiene industrial; en planes de contingencia y respuesta ante emergencias; control del polvo; manejo de materiales peligrosos; uso de equipos de protección personal; salud ocupacional; código de conducta y en la importancia de la conservación de los recursos naturales, entre otros.

El personal foráneo que se incorpore a trabajar será alojado en un campamento, ubicado en terrenos de propiedad de Minera La Zanja, el cual contará con las comodidades del caso, incluyendo sistemas para recolección, tratamiento y disposición de residuos y aguas servidas. En la movilización de vehículos, maquinarias y afines se tendrá en cuenta la condición de las vías y los límites de velocidad. La mitigación del polvo generado en el transporte contempla el riego de las vías. Se prevé el uso de silenciadores para reducir la generación de ruido. El buen mantenimiento de los vehículos, maquinaria y equipos contribuirá también a mitigar los efectos de la generación de polvo y ruidos. La movilización del personal hacia y desde el proyecto se realizará usando vehículos que cumplan con todas las especificaciones mecánicas y de seguridad.

El Área de Relaciones Comunitarias establecerá mecanismos para verificar el cumplimiento a los compromisos adquiridos durante la construcción. El monitoreo de indicadores sociales (salud, educación, percepciones, entre otros) permitirá realizar acciones preventivas o de

mitigación según sea pertinente. Con este fin, se realizarán visitas de campo, reuniones y se elaborarán informes que cubran temas vinculados a estas reuniones, la evaluación de logros y objetivos y el seguimiento de los programas de relaciones comunitarias. El seguimiento será efectuado mediante las actas de reuniones, la aplicación de encuestas y un libro de registro y reportes de contratistas sobre el uso de bienes y servicios locales.

### **7.3.2 Etapa de operación**

El encargado de Relaciones Comunitarias administrará los componentes sociales del proyecto, detectará las acciones para reducir impactos sociales e identificará impactos potenciales. El Área de Relaciones Comunitarias informará sobre el desarrollo de las actividades, continuando tanto con el trabajo iniciado en la etapa de construcción, como con la coordinación, ejecución y seguimiento de lo establecido en las políticas y programas de Minera La Zanja y en el Plan de Manejo Ambiental.

Se continuará con la capacitación al personal en lo tocante a la puesta en práctica de las Políticas de Medio Ambiente, Salud y Seguridad y de Relaciones Comunitarias durante la etapa de operación del proyecto. A fin de prevenir accidentes, todos los trabajadores recibirán capacitación en planes de respuesta a emergencias, control del polvo, manejo de materiales peligrosos, primeros auxilios, uso de equipos de protección personal, salud ocupacional, código de conducta y la importancia de la conservación de los recursos naturales.

Al igual que en la etapa anterior, el alojamiento del personal foráneo que labore en el proyecto se realizará en el campamento ubicado en terrenos de propiedad de Minera La Zanja, el cual contará con las facilidades del caso, así como con sistemas para la recolección, tratamiento y disposición de residuos y aguas servidas.

El monitoreo de indicadores sociales (salud, educación, percepciones, entre otros) permitirá realizar acciones preventivas o de mitigación según sea pertinente. Para el efecto, se realizarán visitas de campo, reuniones y se elaborarán informes que cubran los temas vinculados a las reuniones, la evaluación de logros y objetivos y el seguimiento de los programas de relaciones comunitarias. El seguimiento será efectuado mediante actas de reuniones, aplicación de encuestas y un libro de registro y reportes de contratistas sobre el uso de bienes y servicios locales.

### **7.3.3 Etapa de cierre**

Durante la etapa de cierre se informará acerca de la infraestructura desarrollada durante el proyecto, las iniciativas de desarrollo social implementadas, la generación de empleos, la realización de compras y los cambios en el uso de la tierra.

Con el fin de atender estos temas y asegurar que los beneficios globales generados por el proyecto perduren hasta mucho después del cierre, el proyecto establecerá un Programa de Cierre que se ha integrado a los otros programas de manejo social. Los objetivos específicos del Programa de Cierre deben ser implementados durante las etapas de planificación, construcción, operaciones y cierre del proyecto.

En la etapa de cierre se prestará especial atención al manejo de los activos y reducción de potenciales impactos sociales a nivel individual y grupal. Estos cambios estarán vinculados con el cese de los trabajadores al culminar las etapas de operaciones y de cierre, la transferencia del manejo de actividades de desarrollo social y el uso de la tierra. En ese sentido, será de suma importancia trabajar en la generación y el mejoramiento de las capacidades locales para que los proyectos de desarrollo social sean sostenibles para la población.

Sobre la base de los criterios ambientales con respecto a la tierra que puede volver a su uso original, a la que puede volver a tener un uso limitado y a la que no deberá ser usada, el proyecto consultará a los grupos de interés local para evaluar y establecer mecanismos para transferir la pertenencia de alguna propiedad.

Se establecerá un mecanismo de consulta, el cual incluirá temas tales como la desmovilización de los bienes del campamento y algunos equipos, las decisiones sobre cómo tratar adecuadamente la infraestructura de electricidad, agua y desagüe instalada por el proyecto y el futuro manejo de las tierras que posee el mismo.

El proyecto trabajará con los grupos de interés y los socios potenciales para asegurar que las iniciativas de desarrollo social que pudieran continuar más allá del cierre del proyecto, incorporen en su diseño consideraciones respecto al fin de operaciones.

El proyecto fortalecerá la capacidad de los grupos de interés después del cierre, facilitando el contacto de éstos con el gobierno y con otros socios potenciales que provengan del área de influencia. Asimismo, establecerá mecanismos para recibir y atender las inquietudes de los grupos de interés durante y después del cierre.

#### **7.3.4 Etapa de post cierre**

En la etapa de post cierre se implementará un sistema de control o monitoreo de la ejecución de los programas sociales diseñados, a fin de asegurar que el uso y asignación de recursos se realice de manera transparente, eficaz y equitativa. Se fortalecerán las capacidades de la población para asegurar su participación activa en esta etapa.

La empresa y la población realizarán un seguimiento para determinar los objetivos alcanzados por el programa y los beneficios obtenidos con respecto a los objetivos de capacitación y reinserción a la actividad económica de la región. Para ello, la empresa apoyará el desarrollo de capacidades de la población para la organización, medición de indicadores y difusión del monitoreo de los programas sociales y sus impactos.



## **8.0 Análisis de Alternativas**

---

### **8.1 Introducción**

El análisis de alternativas es uno de los primeros pasos para evaluar los métodos de producción de una operación minera y la ubicación de sus instalaciones. El objetivo de este análisis es comparar, en base a un conjunto de criterios previamente establecidos, aquellas alternativas que podrían ser factibles, a fin de determinar cuál es la mejor opción para una futura operación minera.

La selección de los criterios es importante y específica para cada caso, es decir, no se puede generar una lista de criterios para un proyecto y aplicarla a otro sin una correcta adecuación a las peculiaridades de cada caso. Así, los criterios a establecer dependerán del tipo y duración de las operaciones, las condiciones ambientales, sociales y culturales de la zona donde se desarrollará el proyecto y los indicadores económicos y financieros de la empresa.

Una vez establecidos los criterios, el análisis de alternativas pasa por tres etapas. La primera etapa consiste en la selección de las posibles instalaciones y alternativas de producción, así como la aplicación de criterios para reducir el número de alternativas. La segunda etapa consiste en un proceso de selección, utilizando nuevos criterios, a fin de seguir reduciendo el número de posibles opciones. La tercera etapa comprende la comparación de las opciones restantes, entre las cuales se elegirá la mejor desde el punto de vista técnico, económico, ambiental, social y cultural.

Una vez que se ha determinado la lista de criterios a utilizar en el análisis de alternativas, es necesario establecer qué método de análisis será aplicado. En el presente estudio, se ha utilizado una versión modificada del proceso denominado Matriz de Conteo Múltiple (MCM) (Kerr *et al*, 2003). La metodología considera una serie de criterios principales (conteos), cada uno de los cuales tiene un valor de ponderación. Debido a que cada conteo puede tener factores que lo influyen, es a su vez dividido en sub-criterios (sub-conteos). Cada sub-conteo tiene también un valor de ponderación; dentro de cada sub-conteo hay indicadores de los factores determinantes; cada uno de los cuales tiene un valor de ponderación. La razón de dividir y subdividir cada conteo es, definir una base para el análisis de alternativas, que permita seguir la lógica del autor en su análisis.

El motivo de la ponderación de cada conteo, sub-conteo, e indicador dentro del análisis de alternativas, es tomar en consideración que algunos indicadores son más importantes que otros. El proceso es subjetivo dado que las ponderaciones, así como los conteos, son determinados en base a la experiencia y criterio profesional del evaluador. La escala de

ponderación debe ser definida por el evaluador, considerando los posibles valores que puede tomar cada indicador. Los valores utilizados en la presente MCM se muestran en el Cuadro 8.1.

**Cuadro 8.1**  
**Valores utilizados en las matrices de conteos múltiples**

<b>Conteos y sub-conteos</b>		<b>Indicadores</b>	
<b>Valor</b>	<b>Significado</b>	<b>Valor</b>	<b>Significado</b>
0,2	valor bajo	1	valor bajo
0,4	valor moderadamente bajo	2	valor moderadamente bajo
0,6	valor moderado	3	valor moderado
0,8	valor moderadamente alto	4	valor moderadamente alto
1,0	valor alto	5	valor alto

Una vez que los indicadores han sido establecidos y sus valores de ponderación determinados, se asigna un valor a cada opción. En la presente MCM se considera una escala de valores que toma en consideración los efectos positivos de una buena opción y los efectos negativos de una opción pobre. La escala es la siguiente:

- 3 = opción buena
- 2 = opción moderadamente buena
- 1 = opción ligeramente buena
- 0 = opción neutra
- 1 = opción ligeramente pobre
- 2 = opción moderadamente pobre
- 3 = opción pobre

Luego de establecer los valores para los conteos, sub-conteos e indicadores, se multiplican los valores de los conteos por los de las ponderaciones a fin de obtener un total.

Posteriormente, se suman los valores ponderados por cada indicador. El mayor valor resultante se considera como la mejor alternativa.

Para cada indicador y su correspondiente valoración, se incluye una descripción textual a fin de proveer una base de la valoración (Tablas 8.1, 8.2 y 8.3).

## **8.2 Suposiciones del estudio**

En cada análisis de alternativas, es imperativo identificar los supuestos de partida, esto permite poner en perspectiva las limitaciones del análisis. El análisis no es considerado válido cuando después de haberlo realizado, surgen cambios en los supuestos considerados inicialmente. A continuación se presentan los supuestos de partida del presente análisis de alternativas.

- Los parámetros del modelo económico como el precio de oro y la plata así como otros parámetros utilizados en el Estudio de Factibilidad no variarán de una manera tal que requiera un cambio radical en el diseño y requerimientos del proyecto.
- El diseño de las instalaciones considerado en el Estudio de Factibilidad para los componentes San Pedro Sur y Pampa Verde es el que será utilizado. De realizarse algún cambio al diseño, éste no afectará significativamente los requerimientos de este componente del Proyecto La Zanja.
- El terreno superficial en el que se ubicarán las instalaciones del proyecto es de propiedad de Minera La Zanja S.R.L.; esta estructura de propiedad se mantendrá, cuando menos hasta que culminen los trabajos de rehabilitación.
- No existen conflictos en el uso de tierras entre Minera La Zanja, el Estado y los pobladores que viven en los alrededores de las instalaciones. Las condiciones sociales identificadas en el presente Estudio de Impacto Ambiental reflejan las condiciones actuales en el entorno del proyecto.

## **8.3 Instalaciones y actividades mineras**

El análisis de alternativas fue efectuado a partir de la siguiente lista de instalaciones:

### **8.3.1 Instalaciones mineras**

- Tajos abiertos
- Plataforma de lixiviación
- Depósitos de desmonte de mina
- Depósito de desmonte de construcción
- Planta de beneficio ADR
- Embalse de abastecimiento de agua
- Áreas de acumulación de suelo orgánico
- Caminos de acceso y acarreo
- Campamento
- Relleno de seguridad y sanitario
- Instalaciones auxiliares

### **8.3.2 Actividades mineras**

- Extracción de mineral
- Proceso de tratamiento del mineral
- Proceso de beneficio

### **8.4 Condiciones consideradas en el análisis**

Salvo el avance de la deforestación en las zonas aledañas al bosque, ocasionada por los pobladores de la zona, el área del proyecto no se ha visto afectada por mayores perturbaciones a la fecha. La siguiente es una lista de los aspectos considerados en el análisis de alternativas.

- Aspectos técnicos
- Aspectos económicos
- Aspectos del ambiente físico
  - Relieve
  - Clima
  - Calidad de aire
  - Ruido y vibración
  - Geología
  - Sismicidad
  - Suelos
  - Agua superficial
  - Agua subterránea
- Aspectos del ambiente biológico
  - Flora y vegetación
  - Fauna
  - Especies protegidas de flora y fauna según INRENA
- Aspectos sociales
  - Poblaciones
  - Seguridad
  - Percepción de la población
  - Economía local
- Aspectos de interés humano
  - Paisaje
  - Presencia de restos arqueológicos

A continuación se presenta un resumen de los aspectos considerados en el análisis de alternativas: los aspectos técnicos no son presentados por ser específicos a las instalaciones y actividades individuales. Las consideraciones técnicas son presentadas en las secciones correspondientes a los análisis de alternativas para cada instalación o actividad minera.

#### **8.4.1 Aspectos físicos**

Los temas a considerar en el análisis de alternativas son aquellos que pueden tener influencia en el funcionamiento de las instalaciones del proyecto; estas condiciones se presentan en detalle en la Sección 3.1 y se resumen a continuación.

##### **8.4.1.1 Relieve**

El relieve del área de influencia del proyecto es bastante accidentado, se caracteriza por una sucesión de montañas o cerros, con altitudes entre los 2 800-3 700 m con pendientes que varían entre 30 - 70%. Entre estos cerros se encuentran quebradas entre las cuales discurren cursos de agua cuyo cauce se suaviza a medida que se acercan a su confluencia con los ríos Pisit y Pulán. En las inmediaciones de la línea de cumbres, sobre los 3 500 m.s.n.m, se han desarrollado planicies altas, con pendientes relativamente bajas, como es el caso de la pampa Del Bramadero.

##### **8.4.1.2 Clima**

Para la caracterización climática de la zona del proyecto, se consideró la información registrada en la estación meteorológica instalada por Minera La Zanja en el campamento base. Esta estación registra en forma automática los valores de temperatura máxima, mínima y media del aire; velocidad y dirección del viento; radiación solar; precipitación; humedad relativa y evaporación.

Para cuantificar la precipitación anual en el área de estudio, se utilizó la información registrada entre abril 2002 y agosto 2006, lo cual permitió establecer una precipitación anual promedio de 1 192 mm. Adicionalmente, el estudio considera datos de estaciones cercanas con fines comparativos. La temperatura promedio mensual del aire para la zona de evaluación fluctúa entre 7,0 - 8,2 °C y no se presentan variaciones significativas a lo largo del año. La humedad relativa promedio en el área fluctúa entre 83 y 93% con un promedio de 88% y sigue la tendencia de la serie anual de precipitación. La evapotranspiración anual promedio registrada para el período abril 2002 - agosto 2006 es de 887 mm. El promedio de radiación solar para el período de registro es de 186 W/m<sup>2</sup> con valores promedios mensuales que fluctúan entre 148 - 253 W/m<sup>2</sup>, valores típicos de zonas alto andinas. El promedio anual de velocidad de viento para el período de registro es de 10,0 km/h, siendo agosto el mes de

mayor intensidad. La dirección predominante del viento en el área de estudio varía entre el N y NNE.

#### **8.4.1.3 Calidad de aire**

Los valores encontrados de material particulado PM<sub>10</sub> en el área del proyecto se encuentran por debajo de los valores establecidos en el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, D.S. N° 074- 2001- PCM. El máximo valor registrado se presentó en el campamento La Zanja (48 µg/m<sup>3</sup>); el mínimo valor fue de 12,42 µg/m<sup>3</sup> registrado en (Pisit). La concentración de plomo (0,02 µg/m<sup>3</sup>) se encuentra por debajo del valor establecido en el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire. Las concentraciones de gases analizados se encuentran por debajo de niveles establecidos en el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.

#### **8.4.1.4 Ruido y vibración**

Las condiciones actuales en el área de estudio cumplen con los valores establecidos en el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido – D.S. N° 085-2003-PCM. Los niveles de vibración existentes actualmente están por debajo de los máximos permitidos por la norma ISO 2631.

#### **8.4.1.5 Geología**

En el área del proyecto afloran rocas de origen volcanoclástico, consistentes en una secuencia de tufos, tobas y lavas, de naturaleza andesítica, dacítica y riolítica, pertenecientes a las formaciones Llama, Porculla y Volcánicos Huambo. Las edades geológicas de estas rocas varían desde el Eoceno Superior al Mioceno Superior y Plioceno tardío. En los alrededores del área del proyecto, se presentan también cuerpos subvolcánicos asociados con un evento volcánico–magmático contemporáneo a los depósitos piroclásticos.

Sobre la secuencia volcanoclástica e influenciada por los cuerpos subvolcánicos, se ha identificado mineralización de valor económico, como es el caso de San Pedro Sur y Pampa Verde, correspondiente a procesos epitermales de alta sulfuración. Este tipo de yacimiento, se caracteriza por presentar una alteración hidrotermal claramente zonificada, con presencia de silicificación en la parte central y una gradación a rocas argílicas hacia los bordes.

#### **8.4.1.6 Sismicidad**

La sismicidad histórica y las isosistas de los sismos más importantes muestran que en la zona de estudio se han producido movimientos sísmicos con intensidades de hasta VI - VII grados en la escala Mercalli Modificada (MM) producto de la actividad sísmica de la zona de

subducción y de la zona subandina. Los resultados muestran que para el caso de sismo extremo, el área del proyecto estaría expuesta a aceleraciones máximas de hasta 0,30 g, originadas por la actividad sísmica en el área sismogénica oceánico-costera, frente a Lambayeque. Esta aceleración máxima determinística tiene un periodo de retorno aproximadamente de 1 555 años. Para el sismo de diseño de las estructuras en el área del Proyecto La Zanja, se utilizarán los valores de aceleración máxima para un evento de 500 años de periodo de retorno, con una probabilidad de excedencia de 50%. Para este evento, la aceleración horizontal máxima es de 0,273 g en el basamento rocoso o terreno firme.

#### **8.4.1.7 Suelos**

En el área del proyecto se identificaron diez unidades de suelos las cuales han sido agrupadas taxonómicamente y descritas como subgrupos (Soil Taxonomy – USDA) y por razones prácticas y de fácil identificación se les ha asignado un nombre local. Estas unidades de suelos, definidas al nivel categórico de subgrupo, son delimitadas mediante las unidades cartográficas denominadas consociaciones y asociaciones de subgrupos. En tal sentido el área de estudio presenta tres consociaciones, catorce asociaciones edáficas y cuatro asociaciones edáficas con misceláneo roca.

Por otro lado, según su capacidad de uso mayor, los suelos del área de estudio se clasifican en tres grandes grupos: tierras con vocación exclusiva para reforestación, tierras con vocación para pasturas y tierras de protección.

#### **8.4.1.8 Agua superficial**

En términos hidrológicos, el área de estudio está compuesta por dos micro cuencas principales: la quebrada El Cedro y el río Pisit; las instalaciones del proyecto se ubicarán solamente en la micro cuenca de la quebrada El Cedro. Las aguas en estas micro cuencas se caracterizan por un pH neutro, con bajo contenido de sólidos totales disueltos y baja conductividad; las concentraciones de metales y iones principales corresponden a una micro cuenca colectora en condiciones normales, sin perturbación.

#### **8.4.1.9 Agua subterránea**

Durante la estación lluviosa, hay presencia de agua subterránea somera o sub superficial en la mayor parte del área de estudio, principalmente entre la capa de tierra orgánica y la interfase de roca meteorizada. Durante este tiempo, una reducida proporción del agua contenida en esta zona se infiltra hacia zonas más profundas a través de fracturas discontinuas. Los manantiales y el flujo base de los cursos de agua son los mecanismos naturales de descarga de agua subterránea en el área no se ha apreciado la existencia de pozos de bombeo de agua

subterránea en el área. La recarga se produce principalmente por infiltración directa de la lluvia y la escorrentía superficial.

Las profundidades de los niveles de agua esperados para el área de la pila de lixiviación va de 6 - 20 m y en algunos lugares puede estar bastante cerca de la superficie; en el depósito de desmonte de mina San Pedro Sur, la profundidad esperada está en el rango de 6 - 10 m, en el área del embalse, en la quebrada Bramadero, entre 8 – 15 m. En el tajo San Pedro Sur, las labores interceptarán el nivel freático mientras que en Pampa Verde el nivel freático está por debajo de la cota inferior del futuro tajo. En cuanto a la hidroquímica de las aguas subterráneas, éstas se caracterizan por valores ácidos de pH, se trata de aguas del tipo bicarbonatada cálcica sódica, con altos valores de conductividad eléctrica (CE) y sólidos disueltos totales (SDT) así como concentraciones más elevadas de elementos metálicos como Al, Mn, Cu, Pb y Zn que las aguas superficiales.

#### **8.4.2 Aspectos biológicos**

Las condiciones del ambiente biológico a considerar en el análisis de alternativas son aquellas que pueden tener influencia sobre el funcionamiento de las instalaciones del proyecto. Estas condiciones se presentan en detalle en la Sección 3.2 del presente EIA y se resumen a continuación.

##### **8.4.2.1 Flora y vegetación**

En el área del proyecto se identificaron siete formaciones vegetales. El número de especies y familias botánicas a las que pertenecen dichas especies fue registrado durante el desarrollo de la línea base ambiental. A continuación se incluye un resumen de la información:

- En la formación vegetal de bosque de neblina se registraron 272 especies distribuidas en 82 familias botánicas.
- En la formación vegetal de pajonal, en la micro cuenca de la quebrada El Cedro, se registraron 68 especies agrupadas en 30 familias botánicas y en la micro cuenca del río Pisit se registraron 62 especies agrupadas en 25 familias botánicas.
- En el bofedal, para la micro cuenca de la quebrada El Cedro, se registraron 37 especies agrupadas en 17 familias botánicas y para la micro cuenca del río Pisit se registraron 25 especies agrupadas en 13 familias.
- En cuanto al césped de arroyo, en la micro cuenca de la quebrada El Cedro, se registraron 17 especies agrupadas en 10 familias botánicas y en la micro cuenca del río Pisit, se registraron 19 especies agrupadas en 10 familias botánicas.



- Para la formación vegetal denominada matorral, en la micro cuenca de la quebrada El Cedro, se registraron 57 especies agrupadas en 27 familias botánicas y en la micro cuenca del río Pisit se registraron 65 especies agrupadas en 22 familias botánicas.
- En la formación vegetal de abrigo rocoso se registraron 94 especies distribuidas en 41 familias.
- Para la vegetación de roquedal, en la micro cuenca de la quebrada El Cedro se registraron 91 especies agrupadas en 36 familias botánicas y para la micro cuenca del río Pisit se registraron 52 especies agrupadas en 29 familias.

#### **8.4.2.2 Fauna**

Con respecto a la fauna, se cuenta con información de base sobre los hábitats presentes en el área del proyecto:

- En el bosque de neblina se registraron 48 especies de aves, distribuidas en 17 familias. En este mismo hábitat se registraron 11 especies de mamíferos. Se registraron dos especies de anfibios y una especie de reptil.
- En el hábitat de pajonal se registraron 19 especies de aves. Los mamíferos estuvieron representados por 4 especies. Para el caso de los reptiles, se registraron 2 especies.
- En el hábitat de bofedal se registraron 9 especies de aves distribuidas en 6 familias zoológicas. Los mamíferos estuvieron representados por 4 especies pertenecientes a 4 familias. Se registraron 3 especies de anfibios pertenecientes a 2 familias.
- En el césped de arroyo se registraron 9 especies de aves pertenecientes a 7 familias zoológicas. Una especie de mamífero fue registrada en la micro cuenca Pisit.
- En el hábitat matorral se registraron 14 especies de aves pertenecientes a 9 familias zoológicas. Los mamíferos estuvieron representados por dos especies.
- El hábitat de fauna denominado abrigo rocoso sólo se presentó en la micro cuenca del río Pisit. En el se registraron 13 especies de aves pertenecientes a 7 familias y 4 especies de mamíferos pertenecientes a 3 familias.
- En el hábitat de roquedal se registraron 7 especies de aves pertenecientes a 7 familias zoológicas. Tres especies de mamíferos, pertenecientes a 2 familias, fueron registradas. Los reptiles estuvieron representados con dos especies pertenecientes a 2 familias.
- El hábitat denominado fondo de quebrada se presentó sólo en la micro cuenca de la quebrada El Cedro y se registraron 8 especies de aves, distribuidas en 5 familias.
- En el hábitat acuático se registraron 5 especies de aves pertenecientes a cuatro familias. Solamente dos especies de peces fueron observadas, la trucha

(*Oncorhynchus mykiss*) en las partes altas de la micro cuenca y el bagre (*Astroblepus simonsii*) en las partes bajas.

#### **8.4.2.3 Especies protegidas**

De las especies identificadas en el área del proyecto: *Buddleja Incana* (CR), *Escallonia myrtilloides* (VU), *Acaulimalva alismatifolia* (EN), *Cedrela montana* (VU), *Podocarpus oleifolius* (CR), *Polylepis multijuga* (EN) y *Jaltomata mionei* (CR) se encuentran en la lista oficial peruana de Especies Amenazadas de Flora Silvestre, según D.S. N° 043-2006-AG (D.S. N° 043-2006-AG).

En el área de estudio se registraron tres especies incluidas en la lista oficial peruana de especies de fauna amenazada (INRENA, D.S. N° 034-2004-AG), todas se encontraron en la micro cuenca El Cedro. Estas especies son la “pava barbuda” *Penelope barbata*; el “ratón montaraz de Taczanowskii” *Thomasomys taczanowskii* y el “saltador enmascarado” *Saltator cinctus*.

#### **8.4.3 Aspectos socioeconómicos**

Dentro del área de influencia del proyecto, se han considerado dos áreas, el AID conformada por el caserío La Zanja y el centro poblado Pisit, localidades en cuyas jurisdicciones se implementarán las instalaciones del proyecto y el AII conformada por los distritos Pulán y Tongod, las provincias Santa Cruz y San Miguel y por la región Cajamarca. Esta última área se caracteriza, además, por la presencia de grupos de interés que no son influenciados por las actividades del proyecto, pero que podrían ejercer influencia sobre los pobladores del AID. En estos caseríos se presenta una población total para el año 2007, de 360 habitantes.

El empleo en el AID, está básicamente vinculado a las actividades agropecuarias, concentrando al 86,30% de la PEA. Le siguen en importancia, los sectores de artesanía/manufactura y minería. Por otro lado, la mayoría de la PEA en el AID (55,33%) son trabajadores familiares no remunerados (TFNR). Les siguen los auto-empleados con el 39,59% y finalmente, los trabajadores asalariados, concentrados en el caserío La Zanja. Existe además, la posibilidad de empleo como peón para las labores agrícolas y construcciones de viviendas. Los salarios y condiciones varían entre S/. 7 por día con 3 comidas para un jornalero y S/ 10 por día con 3 comidas para aserradores de madera. También algunos pobladores trabajan de vendedores en las ferias.

Desde el año 2001 hasta la fecha, el Proyecto La Zanja viene empleando pobladores locales en forma rotativa para realizar trabajos en el marco de sus actividades de exploración. Aunque la mayoría de las contrataciones se realiza para el mejoramiento de carreteras y obras de infraestructura comunitaria.

Con respecto al empleo en la AII, la única información actualizada se encuentra a nivel de región, ya que el último censo del INEI (2005) no contempló este tema. En el 2005, de acuerdo con el Ministerio de Trabajo, en la Región Cajamarca la PEA estaba dedicada a las actividades agropecuarias (68,8%), servicios no personales (8,6%) comercio (7,7%) e industria de bienes de consumo (7,2%) (Boletín Socioeconómico Laboral, oct, 2006). Estos datos confirman la predominancia de la actividad agropecuaria a nivel regional, por lo cual se puede deducir que tanto en las dos provincias como en los dos distritos del AII, donde se encuentra una mayor proporción de población rural, se podría encontrar una predominancia similar de las actividades agropecuarias.

#### **8.4.4 Aspectos de interés humano**

##### **8.4.4.1 Paisaje**

Desde un punto de vista netamente visual, el paisaje es la percepción humana de la naturaleza en un segmento geográfico en determinado momento. Para la caracterización del paisaje se zonificó el área incorporando el concepto de cuencas hidrográficas, esto permitió contar con cuatro zonas distintas entre sí:

Micro cuenca El Cedro – Parte alta, abarca las zonas en las que se ubicarán las instalaciones del proyecto, se trata del sector norte-centro. El ordenamiento espacial en la zona está influenciado por la topografía y las dinámicas hidrológicas, que se asocian con aspectos climáticos para determinar el asentamiento de la vegetación que en conjunto conforman los aspectos dominantes del paisaje.

Micro cuenca El Cedro – Parte media, ubicada al norte de la zona anterior como una continuación del mismo sistema, la percepción del espacio está influenciada por la topografía y las dinámicas hidrológicas. Asimismo, se observa que las dinámicas humanas están asociadas indirectamente con la vegetación de bosque de neblina, reflejo de la conjugación de las condiciones atmosféricas, edafológicas y disponibilidad de agua, siendo éstos los factores que sí tienen una relación directa con la dinámica humana.

Micro cuenca Pisit – Parte alta, ubicada en el flanco oriental de la parte alta de la quebrada El Cedro. En la zona se aprecia un dominio compartido de la vegetación de matorral y pajonal, producto de la conjugación de factores ambientales y edafológicos además de las pendientes. Se observa también que la ocurrencia de zonas ganaderas se encuentra condicionada por similares patrones. Estas circunstancias permiten inferir que las dinámicas en la zona corresponden a la conjunción de factores topográficos y ambientales.

Micro cuenca Pisit – Parte media, ubicada en el sector norte de la cuenca alta; se aprecia el mayor predominio de la vegetación de pajonal, reflejo de la relativa homogeneidad de las condiciones ambientales y topográficas que han favorecido el asentamiento de esta vegetación.

#### **8.4.4.2 Restos arqueológicos**

Durante la inspección arqueológica llevada a cabo en agosto del 2001 a un sector de la futura área de operaciones del proyecto, se concluyó que no existían sitios arqueológicos. Sin embargo, fuera de los límites de la futura zona de operaciones, pero dentro del área de concesión minera, se registró un sitio arqueológico (San Pedro). Este sitio se ubica al norte, en el extremo superior del bosque húmedo localizado en la quebrada El Cedro.

El sitio está conformado por plazas de forma rectangular y semicircular, delimitadas por muros construidos unos con piedra mediana semicantada con argamasa de barro y otros con piedras pequeñas sin cantar. También se observaron algunos recintos aglutinados más pequeños. En octubre de 2001, La Zanja inició los trámites para la obtención del Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA) correspondiente a una parte de la futura área de operaciones, el cual fue obtenido el 10 de junio del 2002.

De manera complementaria a la evaluación arqueológica llevada a cabo en agosto del 2001, se realizó en el sector restante del área del proyecto una segunda evaluación arqueológica en octubre del 2004. El reconocimiento arqueológico con excavaciones se llevó a cabo en los periodos comprendidos entre los días 20 al 25 de agosto y 3 al 8 de octubre. El área fue recorrida a pie, dando prioridad a los promontorios, cima de los cerros y abrigos rocosos. La Figura 3.26 muestra el área de estudio. Como resultado de esta evaluación se identificó 1 sitio arqueológico (Cocán I) y 3 evidencias aisladas (Cocán II, Paraviento 1 y Paraviento 2).

## **8.5 Análisis de alternativas de ubicación de instalaciones mineras**

Los análisis de alternativas para las distintas instalaciones se presentan a continuación. Las Tablas 8.1 a 8.4 presentan los resultados numéricos del análisis efectuado.

### **8.5.1 Tajos abiertos**

La ubicación de los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde corresponde al lugar en el cual se ubican los yacimientos minerales, por ello, no hay otra alternativa para su ubicación.

### **8.5.2 Plataforma de lixiviación**

Se evaluaron cuatro alternativas (A1, A2, A3 y A4) para esta instalación, (Figura 8.1 y Tabla 8.1). Los detalles del análisis se presentan a continuación:

#### **8.5.2.1 Conteo 1: Aspectos técnicos**

##### ***Operación y mantenimiento***

La alternativa A1 presenta una facilidad de operación moderada debido a la gran extensión del área de arranque y a las suaves pendientes del terreno. La alternativa A2 es la que presenta la mayor facilidad de operación debido a la gran extensión del área de arranque y por ser la alternativa que presenta las pendientes más favorables del terreno. Por su parte las alternativas A3 y A4 a pesar de tener amplias extensiones de arranque presentan una mayor dificultad de operación después de las primeras capas de mineral en aquellas zonas del terreno con pendientes mayores a 30%.

La alternativa A1 tiene un requerimiento de mantenimiento bajo debido a que prácticamente no hay agua superficial para derivar, las alternativas A2 y A3 presentan requerimientos altos de mantenimiento debido a los volúmenes considerables de agua superficial que deben derivarse, mientras que la alternativa A4 presenta moderado requerimientos de mantenimiento puesto que los volúmenes de agua a derivar no son muy altos.

Las cuatro alternativas presentan la posibilidad de almacenar el agua infiltrada en una poza para enviarla posteriormente a una planta de tratamiento de aguas ácidas. Finalmente en este sub conteo la alternativa A1 es considerada como la mejor.

##### ***Estabilidad de la plataforma de lixiviación***

La alternativa A1 presenta un terreno con pendientes suaves donde el 97,6% de la superficie presenta pendientes menores a 30%. La alternativa A2 se ubica en un terreno con las mejores condiciones topográficas, con 99,3% de la superficie con pendientes menores a 30%. La alternativa A3 también tiene pendientes suaves con el 92,5% de la superficie del terreno

presentando pendientes menores a 30%. La alternativa A4 también se encuentra en un terreno de pendientes suaves donde el 96,5% de la superficie tiene pendientes menores a 30%.

La alternativa A1 tiene buenas condiciones geotécnicas debido a que en promedio el área tiene una profundidad de fundación de 1,90 m a partir de la cual se tiene una toba dacítica de baja permeabilidad. Las alternativas A2 y A3 presentan malas condiciones geotécnicas, ya que en promedio el área tiene una profundidad de fundación como mínimo de 5 m de arcilla saturada. Por su parte, la alternativa A4 presenta moderadas condiciones geotécnicas, ya que en promedio el 50% del área tiene una profundidad de fundación aproximada de 3 m.

Las cuatro alternativas tienen un potencial bajo de falla debido al diseño estable de la pila de lixiviación. Finalmente en este sub conteo la alternativa A1 es considerada como la mejor.

### ***Características del área seleccionada***

Las alternativas A1 y A2 presentan una elevada capacidad total, pudiendo contener 20,7 y 20,5 MTM de mineral, respectivamente. La alternativa A3 presenta una capacidad total moderada (19,7 MTM) y la alternativa A4 presenta una capacidad total pequeña (5,8 MTM).

La alternativa A1 se encuentra ubicada muy próxima al tajo San Pedro Sur, con un recorrido aproximado de 700 m, la alternativa A4 presenta un recorrido mayor, de aproximadamente 1 000 m y las alternativas A2 y A3 presentan recorridos aún mayores con respecto al tajo, con 2 100 y 2 000 m respectivamente.

Asimismo, la alternativa A1 presenta la posibilidad de construcción de dos etapas, en la alternativa A2 también es factible, aunque se necesitaría canales de derivación temporales, mientras que en las alternativas A3 y A4 existe poco espacio por lo que no es posible la construcción de dos etapas. Por lo tanto la alternativa A1 es considerada como la mejor para este sub conteo.

### ***Manejo del agua superficial***

Las alternativas A1 y A4 presentan una facilidad de descarga de aguas moderada debido a la fuerte pendiente del terreno al momento de la descarga y a la poca agua que sería necesario derivar. La alternativa A2 presenta la mayor facilidad de descarga de agua debido a una pendiente menos inclinada y a la poca cantidad de agua que sería necesario derivar, mientras que la alternativa A3 presenta una facilidad de descarga de agua baja por las fuertes pendientes al momento de la descarga y la cantidad importante de agua a derivar.

Por otro lado, para las cuatro alternativas es posible coleccionar el agua infiltrada aguas abajo de la plataforma. Según lo expuesto en este sub conteo, la alternativa A1 es la preferida.

### ***Conclusión***

En el conteo del aspecto técnico, la alternativa A1 tiene un valor de 0,25, a la alternativa A2 le corresponde un valor de 0,15, la alternativa A3 tiene un valor de 0,07 y la alternativa A4 un valor de 0,14. Por ello, en este conteo la mejor alternativa es la A1.

### ***8.5.2.2 Conteo 2: Aspectos económicos***

Las alternativas A1 y A4 presentan costos de capital y de operación moderados debido a que los canales de derivación son pequeños y no requerirán de mucho mantenimiento. Por el contrario las alternativas A2 y A3 tienen costos de capital y de operación altos debido a que los canales de derivación son grandes y requerirían de mantenimiento continuo.

### ***Conclusión***

Al efectuar el conteo, la alternativa A1 obtuvo un puntaje de 0,15 en tanto que las alternativas A2, A3 y A4 obtuvieron un puntaje de -0,12, -0,18 y 0,11 respectivamente. Por ello, la alternativa A1 es considerada como la mejor

### ***8.5.2.3 Conteo 3: Aspectos del ambiente físico***

#### ***Relieve***

En el contexto del relieve del área de la plataforma de lixiviación, las cuatro alternativas abarcan terrenos con pendientes suaves y de amplia extensión, motivo por el no existe una alternativa que sea considerada preferida.

#### ***Geología***

No existen fallas geológicas activas en ninguna de las áreas de las cuatro alternativas. Tampoco existe evidencia de yacimientos minerales bajo ninguna de las cuatro alternativas. Por ello, desde un punto de vista geológico no existe una alternativa que sea considerada preferida.

#### ***Sismicidad***

Los eventos sísmicos con periodo de retorno de 500 años serían iguales para las cuatro alternativas, por lo que en el contexto de sismicidad tampoco hay una alternativa preferida.

### ***Suelos***

Con respecto a los tipos de suelos, las alternativas A2, A3 y A4 presentan suelos andisols (suelos de menor espesor), con algunos componentes de inceptisoles, mientras que la alternativa A4 presenta solamente suelos de tipo andisols.

Las alternativas A1, A2 y A3 presentan 40,8 ha, 37,6 ha y 38,2 ha de suelo que se verían afectados, mientras que la alternativa A4 presenta solamente 15,5 ha de suelo afectado. En tal sentido la alternativa A4 es considerada como la mejor.

### ***Clima***

En este aspecto, se considera el efecto de la precipitación sobre las áreas consideradas como alternativas, para determinar si han sido consideradas en zonas inestables (áreas predispuestas a deslizamientos de tierra o huaycos). Según el análisis de Water Management Consultants (Anexo H-3), no hay zonas de inestabilidad en las áreas consideradas para las alternativas, por lo que en este sentido no hay una alternativa que sea preferida sobre las demás.

### ***Agua superficial***

La alternativa A1 se encuentra ubicada en la micro cuenca de un tributario de la quebrada Bramadero, y presenta muy poca agua superficial. Las alternativas A2 y A3 se ubican en la cuenca media y alta de la quebrada Bramadero respectivamente, los cuales serían afectados alterando su cauce. Por su parte, la alternativa A4 se encuentra en la parte alta de la quebrada Bancuyoc, cuyo cauce transcurre al pie de dicha alternativa. Para este caso la alternativa A1 se le considera como la mejor.

### ***Agua subterránea***

La profundidad del acuífero en el área de la alternativa A1 es entre 10 y 40 m, para el área de la alternativa A2 se ubica entre 50 y 70 m, para el área de la alternativa A3 fluctúa entre 50 y 150 m y para la alternativa A4 entre 5 y 40 m de profundidad. Lo que hace que, en este sub conteo, la alternativa A3 sea la preferida.

### ***Conclusión***

En el conteo del ambiente físico, la alternativa A1 tiene un valor de 0,17, a la alternativa A2 le corresponde un valor de 0,16, la alternativa A3 alcanza un valor de 0,19 y la alternativa A4 un valor de 0,14. Por ello la mejor alternativa es la A3.



#### **8.5.2.4 Conteo 4: Aspectos del ambiente biológico**

##### **Vegetación y flora**

En las alternativas A1, A2 y A3 hay presencia de pajonal de jalca y bofedal y en la alternativa A4 hay presencia de pajonal de jalca y matorral; todas estas comunidades de vegetación están representadas en otras partes de la pampa Del Bramadero y en las zonas aledañas. Algunas de estas áreas se verán afectadas por otras instalaciones del proyecto. El pajonal de jalca y el matorral son las formaciones vegetales con mayor extensión alrededor del proyecto, por lo que no se considera que sean formaciones vegetales sensibles, mientras que el bofedal sí es considerado una formación vegetal sensible. Puesto que la alternativa A4 no afecta comunidades de vegetación sensible se le considera preferible con respecto a las demás.

##### **Fauna**

De manera similar, la alternativa A4 presenta especies de fauna relacionadas a pajonal de jalca y matorral, las cuales son mayormente especies generalistas. En las áreas correspondientes a las alternativas A1, A2 y A3 hay presencia de bofedal y especies de fauna relacionadas a este hábitat, entre las cuales se incluye ranas y avifauna especializada en zonas húmedas. Es por ello que la alternativa A4 es preferible al resto de alternativas.

##### **Especies protegidas de flora y fauna según INRENA**

Existen diez especies protegidas en las micro cuencas estudiadas. Son *Penelope barbata*, *Thomasomys taczanowskii*, *Saltator cinctus*, *Buddleja incana*, *Escallonia myrtilloides*, *Acaulimalva alismatifolia*, *Cedrela montana*, *Podocarpus oleifolius*, *Polylepis multijuga* y *Jaltomata mionei*. Ninguna de estas especies ha sido vista en las áreas correspondientes a las cuatro alternativas consideradas para la ubicación de la plataforma de lixiviación.

##### **Conclusión**

Las alternativas A1, A2 y A3 han obtenido un puntaje de 0,11 para este conteo, mientras que la alternativa A4 ha obtenido un puntaje de 0,27. Por lo tanto, esta alternativa es preferible a las demás en este conteo.

#### **8.5.2.5 Conteo 5: Aspectos sociales**

##### **Comunidades**

No hay poblaciones ni caseríos dentro de las áreas evaluadas como alternativas para la ubicación de la plataforma de lixiviación. Los núcleos urbanos más cercanos al proyecto son el centro poblado menor de Pisit, ubicado a 3,92 km de la alternativa A1, 2,25 km de la alternativa A2 y 2,96 km de la alternativa A3 y el caserío La Zanja a 2,50 km de la alternativa A4. En tal sentido la alternativa A1 es la preferida en este sub conteo.

### ***Seguridad***

En ningún caso habrá tránsito vehicular a través de los núcleos urbanos cercanos a la zona de construcción y operación de la plataforma de lixiviación. El modelamiento de calidad de aire sobre la plataforma de lixiviación indica que no es probable que el material particulado que puedan generar las actividades del proyecto, llegue a las poblaciones cercanas. El modelamiento de ruido y vibraciones indica que éstos, durante las etapas de construcción y operación, estarán dentro de los límites establecidos por las normas nacionales con respecto a las viviendas más cercanas al proyecto. Puesto que las condiciones de seguridad para las cuatro alternativas son iguales, no hay una alternativa preferible a las demás en este sub conteo.

### ***Percepciones de de las comunidades***

La proporción de la población que piensa que el Proyecto La Zanja podría traer beneficios (80%) es mayor que la que piensa que podría traer daños (45,7%), cabe indicar que esta indagación incluye preguntas que no son excluyentes, teniendo como resultado opiniones diversas; así, un mismo poblador puede considerar, al mismo tiempo, que las actividades del proyecto traerán tanto beneficios como daños. De los que dijeron que el proyecto podría traer beneficios el 82,14% afirmó que el proyecto les daría oportunidades de empleo, el 10,7% que la economía local será impulsada y el 7,2% que se generarán obras. Un 45,7% de la población manifestó que el proyecto causará daños. Debido a que la percepción señalada es sobre el proyecto más no sobre una sola infraestructura, no existe una alternativa preferente en este subconteo.

### ***Economía de las comunidades aledañas***

Se ha estimado que el proyecto generará aproximadamente 600 - 800 puestos de trabajo durante la etapa de construcción y entre 150 y 200 puestos de trabajo durante la etapa de operación. Es política de la empresa dar preferencia a quienes viven en el área de influencia directa para la contratación de mano de obra. Esto no variará si la plataforma de lixiviación es ubicada en cualquiera de las cuatro alternativas, por lo tanto no se puede considerar una alternativa que sea mejor que las demás.

### ***Conclusión***

De acuerdo con el conteo socioeconómico, las alternativas A2, A3 y A4 han sido valorizadas en 0,47, mientras que la alternativa A1 en 0,57. Por lo tanto, la alternativa A1 es la mejor al nivel de este conteo.

### **8.5.2.6 Conteo 5: Ambiente de interés humano**

#### ***Paisaje***

Las cuatro alternativas se ubican en una zona visual calificada como alta calidad visual por sus características morfológicas, de vegetación, agua, color, fondo escénico, rareza y actuación humana.

De manera similar, el grado de fragilidad o susceptibilidad del paisaje al cambio por la instalación de la plataforma de lixiviación es de nivel medio para las cuatro alternativas debido a sus características de pendiente, erosión, capacidad de regeneración vegetal, entre otros.

Por este motivo, en cuanto al paisaje, no hay una alternativa que sea considerada mejor que las demás.

#### ***Arqueología***

Minera La Zanja cuenta con el Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA) para la ubicación de las cuatro alternativas de la plataforma de lixiviación. Por ello, no se puede definir que una alternativa sea mejor que las demás.

#### ***Conclusión***

De acuerdo con el conteo de interés humano, las cuatro alternativas han sido valoradas en 0,13, por lo que ninguna alternativa ha sido considerada como la mejor.

### **8.5.2.7 Resumen del análisis de alternativas para la plataforma de lixiviación**

De acuerdo con los resultados de la MCM, la mejor alternativa para la ubicación de la plataforma de lixiviación es la alternativa A1. El resumen se presenta en el Cuadro 8.2.

**Cuadro 8.2**  
**Plataforma de lixiviación**

<b>Conteo</b>	<b>Alternativa</b>			
	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>
Aspectos Técnicos	0,25	0,15	0,07	0,14
Aspectos Económicos	0,15	-0,12	-0,18	0,11
Aspectos del Ambiente Físico	0,17	0,16	0,19	0,14
Aspectos del Ambiente Biológico	0,11	0,11	0,11	0,27
Aspectos Sociales	0,53	0,47	0,47	0,47
Aspectos de Interés Humano	0,13	0,13	0,13	0,13
<b>Total</b>	<b>1,34</b>	<b>0,90</b>	<b>0,78</b>	<b>1,26</b>

### **8.5.3 Depósito de desmonte de mina San Pedro Sur**

Se evaluaron tres alternativas (Tabla 8.2). Éstas fueron A1, A2 y A3 (Figura 8.2). Los detalles del análisis se presentan a continuación:

#### **8.5.3.1 Conteo 1: Aspectos técnicos**

##### **Operación y mantenimiento**

La alternativa A1 presenta una facilidad de operación moderada debido a que las pendientes del terreno son suaves pero el área de operación es reducida. La alternativa A2 es de alta facilidad de operación debido a las pendientes menos inclinadas del terreno existente y a la extensa área de operación. La alternativa A3 presenta una moderada facilidad de operación debido a que el área de operación es extensa, pero presenta un complicado revestimiento del depósito en la zona donde las pendientes son pronunciadas.

La alternativa A1 requiere bajo mantenimiento, debido a que el área de la cuenca por derivar (5,2 ha) es pequeña. La alternativa A2 presenta un Alto requerimiento de mantenimiento debido a que el área de la cuenca por derivar (85,9 ha) es grande. Por su parte la alternativa A3 requiere de un moderado mantenimiento debido a que el área de la cuenca por derivar (17,5 ha) es de regular tamaño.

Las tres alternativas presentan la misma posibilidad de retener el agua infiltrada en una poza y de ser necesario enviarla a una planta de tratamiento de aguas ácidas. Por ello, desde un punto de vista de operación y mantenimiento la alternativa A1 es la preferida.

##### **Estabilidad de la pila de desmonte de mina**

La alternativa A1 se encuentra en un terreno con pendientes suaves, el 96,5% de la superficie presenta pendientes menores a 30%. Las alternativas A2 y A3 también presentan pendientes suaves; la primera tiene el 99,3% de su superficie con pendientes menores a 30% y en el caso de la segunda, es el 92,5% de la superficie la que presenta pendientes menores a 30%.

La alternativa A1 presenta moderadas condiciones geotécnicas, ya que en promedio el 50% del área tiene una profundidad de fundación aproximada de 3 m. Las alternativas A2 y A3 presentan malas condiciones geotécnicas, ya que en promedio el área tiene una profundidad de fundación como mínimo de 5 m de arcilla saturada.

Asimismo, las tres alternativas tienen un bajo potencial de falla debido al diseño estable del depósito de desmonte de mina. Finalmente, en este sub conteo la alternativa A1 es considerada como la mejor.

***Dique para la capacidad estimada***

Las alternativas A1, A2 y A3 presentan longitudes de dique de 170, 430 y 140 m respectivamente.

En cuanto a la altura de dique, las tres alternativas presentan una altura baja de 8 m.

Respecto al volumen de relleno, para una inclinación de los taludes del dique de 2H:1V, las alternativas A1, A2 y A3 requieren de 4 100, 77 400 y 13 200 m<sup>3</sup> de relleno.

La alternativa A1 presenta condiciones geotécnicas moderadas debido a que la profundidad y cantidad de los materiales inadecuados a excavar para la preparación de la fundación es regular, alcanzando aproximadamente los 3 m de profundidad. Las alternativas A2 y A3 presentan condiciones geotécnicas malas debido a que la profundidad y cantidad de los materiales inadecuados a excavar para la preparación de la fundación es mayor que en el caso de la alternativa A1, siendo la profundidad mínima de 5 m. Según lo expuesto en este sub conteo, la alternativa A1 es la preferida.

***Características del área seleccionada***

Considerando una densidad del mineral de 1,74 TM/m<sup>3</sup> y una inclinación de la pila de 2,5H:1V, para las alternativas A1, A2 y A3, se tienen capacidades de 5,8; 20,6 y 19,7 MTM respectivamente.

Asimismo, las alternativas A1, A2 y A3, presentan áreas para el depósito de desmonte de 15,5, 34,9 y 35,5 ha, respectivamente.

La alternativa A1 se encuentra ubicada muy próxima al tajo, con una distancia entre centroides de 910 m aproximadamente y se ubica dentro de los límites del proyecto, la alternativa A2 presenta una distancia mayor con respecto al tajo, con una distancia entre centroides de 1 990 m, además parte del área de esta alternativa está fuera del límite del proyecto. La alternativa A3 presenta una distancia entre centroides de 2 040 m aproximadamente y se ubica dentro de los límites del proyecto. En tal sentido, las alternativas A3 y A4 son consideradas como las mejores.

***Manejo del agua superficial***

La alternativa A1 presenta una alta facilidad de descarga de agua debido a que el área a derivar no es grande y por lo tanto el volumen de agua es menor que en las otras dos alternativas. Por el contrario, la alternativa A2 tiene una baja facilidad de descarga de agua

debido a que la cuenca por derivar es grande y por lo tanto el volumen de agua es mayor que en los otros casos. La alternativa A3 presenta una moderada facilidad de descarga de agua debido a que la cuenca por derivar es de regular tamaño y el volumen de agua no es significativo.

La alternativa A1 cuenta con canales de derivación cortos, de 700 m aproximadamente. Por el contrario, la alternativa A2 tiene canales de derivación largos de aproximadamente 1 950 m y la alternativa A3 presenta canales de derivación más largos aún con 2 000 m aproximadamente.

Las alternativas A1 y A3 presentan áreas por derivar no muy grandes debido a su proximidad a los límites de cuenca, mientras que la alternativa A2 sí presenta un área grande aguas arriba de la misma, la cual deberá derivarse mediante canales.

Para las tres alternativas es posible coleccionar el agua infiltrada aguas abajo del dique de contención. Finalmente, la alternativa A1 es preferible para este sub conteo.

### ***Conclusión***

En el conteo del aspecto técnico, la alternativa A1 tiene un valor de 0,21, a la alternativa A2 le corresponde un valor de 0,11 y la alternativa A3 alcanza un valor de 0,13. Por ello, en este conteo la mejor alternativa es la A1.

#### ***8.5.3.2 Conteo 2: Aspectos económicos***

La alternativa A1 presenta un costo de capital y de operación bajo debido al menor tamaño del depósito (15,5 ha) con respecto a las otras alternativas y al mantenimiento menos frecuente de los canales. La alternativa A2 tiene un costo de capital y de operación moderados debido al regular tamaño del depósito (34,9 ha), así como por la mayor frecuencia de mantenimiento de los canales. La alternativa A3 presenta un costo de capital moderado por el mayor tamaño del depósito (35,5 ha) con respecto a las otras alternativas y bajos costos de operación debido al mantenimiento de canales menos frecuente.

En cuanto al costo de cierre la alternativa A1 tiene un bajo costo debido al menor tamaño del depósito a rehabilitar. Mientras que las alternativas A2 y A3 presentan moderados costos por las mayores áreas de los depósitos a rehabilitar.

### ***Conclusión***

Al efectuar el conteo, la alternativa A1 obtuvo un puntaje de 0,20, en tanto las alternativas A2 y A3 obtuvieron un puntaje de 0,02 y 0,10 respectivamente. Por ello, la alternativa A1 es la mejor.

### ***8.5.3.3 Conteo 3: Aspectos del ambiente físico***

#### ***Relieve***

En cuanto al relieve del área del depósito de desmonte de mina San Pedro Sur, las tres alternativas corresponden a áreas de poca pendiente y de amplia extensión. Ninguna alternativa puede ser considerada preferente a partir de este criterio.

#### ***Geología***

No existen fallas geológicas activas en las áreas de las alternativas. Tampoco existe evidencia de yacimientos minerales por debajo de las tres alternativas. Desde una perspectiva geológica, no hay una alternativa preferible a las demás.

#### ***Sismicidad***

Los eventos sísmicos con periodo de retorno de 500 años, serán iguales para las tres alternativas. En el contexto de sismicidad tampoco hay una alternativa preferible a las demás.

#### ***Suelos***

Con respecto a los tipos de suelos, la alternativa A1 presenta solamente suelos de tipo andisols (suelos de menor espesor), mientras que las alternativas A2 y A3 presentan suelos andisols con algunos componentes de inceptisoles.

La alternativa A1 presenta 15,5 ha de suelo que se verían afectados, mientras que las alternativas A2 y A3 presentan 37,6 y 38,2 ha de suelo que se verían afectados. En tal sentido la alternativa A1 es preferible a las otras para este sub conteo.

#### ***Clima***

En este aspecto se considera el efecto de precipitación sobre las áreas de las alternativas en función de su inestabilidad (áreas propensas a deslizamientos o huaycos). De acuerdo con el estudio de Water Management Consultants (2007), incluido en el Anexo H-3, no hay zonas inestables en las áreas consideradas para la ubicación de las alternativas. Por ello, ninguna alternativa es preferible a las demás.

### ***Agua superficial***

La alternativa A1 se encuentra en la parte alta de la quebrada Bancuyoc, la cual transcurre al pie de la alternativa A1, y no afectará zonas de bofedales. Las alternativas A2 y A3 se ubican en la cuenca media y alta de la quebrada Bramadero respectivamente, donde hay presencia de bofedales, los cuales serían afectados. Adicionalmente, ambas alterarían el cauce de la quebrada Bramadero. En tal sentido, la alternativa preferible es la A1.

### ***Agua subterránea***

La profundidad del acuífero en el área de la alternativa A1 está entre 5 - 40 m; la profundidad del acuífero para la alternativa A2 está entre de 50 - 70 m; la profundidad del acuífero para el área de la alternativa A3 fluctúa entre 50 - 150 m. En vista que la alternativa A3 se desarrollaría sobre un área con mayor profundidad del acuífero, esta alternativa se considera preferible para este caso.

### ***Conclusión***

Para este conteo, la alternativa A1 alcanzó un puntaje de 0,16, la alternativa A2 obtuvo un puntaje de 0,16 en tanto que la alternativa A3 obtuvo un puntaje de 0,19. Por tanto, la alternativa preferible es A3.

#### ***8.5.3.4 Conteo 4: Aspectos del ambiente biológico***

##### ***Vegetación y flora***

En el área de la alternativa A1, se presentan dos comunidades de vegetación: pajonal de jalca y matorral. Estas dos comunidades están representadas en otras partes de la pampa Del Bramadero y en las zonas aledañas. Ambas están presentes extensamente alrededor del proyecto, por lo que no se las considera sensibles.

En las alternativas A2 y A3, hay presencia de pajonal de jalca y bofedal, siendo este último considerado como una formación vegetal sensible. Dado que la alternativa A1 se ubica en un área de menor sensibilidad, ha sido considerada la mejor.

##### ***Fauna***

En el área de la alternativa A1 se presentan dos hábitats de fauna, pajonal de jalca y matorral. Estos dos hábitats están representados en otras partes de la pampa Del Bramadero y zonas aledañas. Ambas están presentes en una gran extensión alrededor del proyecto, por lo que no se consideran sensibles. Las especies presentes en las áreas de pajonal de jalca y matorral son mayormente generalistas. En las áreas de las alternativas A2 y A3 hay presencia de pajonal de jalca y especies de fauna relacionadas con este hábitat (mayormente generalistas).



Adicionalmente, en las alternativas A2 y A3 hay presencia de bofedal y especies de fauna relacionadas con este hábitat, las cuales incluyen ranas y avifauna especializada en zonas húmedas.

Debido a que la alternativa A1 se desarrollará en un área que contiene especies mayormente generalistas y por tanto menos sensibles a los cambios ambientales que las especialistas, se considera esta alternativa como la mejor.

### ***Especies protegidas de flora y fauna según INRENA***

Existen diez especies protegidas en las micro cuencas estudiadas. Son *Penelope barbata*, *Thomasomys taczanowskii*, *Saltator cinctus*, *Buddleja Incana*, *Escallonia myrtilloides*, *Acaulimalva alismatifolia*, *Cedrela montana*, *Podocarpus oleifolius*, *Polylepis multijuga* y *Jaltomata mionei*. Ninguna de estas especies se ha identificado en las áreas de las tres alternativas para la ubicación del depósito de desmonte de mina San Pedro Sur. Por ello, no hay una alternativa que sea mejor que las otras.

### ***Conclusión***

Las alternativas A2 y A3 han alcanzado, cada una de ellas, un puntaje de 0,11 para el presente conteo y la alternativa A1 ha obtenido un puntaje de 0,27, por lo cual es considerada la mejor alternativa.

### **8.5.3.5 Conteo 4: Aspectos sociales**

#### ***Comunidades***

No hay poblaciones ni caseríos dentro de las áreas evaluadas para la ubicación del depósito de desmonte San Pedro Sur. La población más cercana a las tres alternativas es el centro poblado menor de Pisit, el cual se encuentra una distancia de 3,92 km de la alternativa A1, 2,25 km de la alternativa A2 y 2,96 km de la alternativa A3. Por abarcar terrenos que no pertenecen a La Zanja, la alternativa A3 no es considerada favorable para la ubicación del depósito de desmonte San Pedro Sur. Puesto que la alternativa A2 está más cerca a un centro poblado (Pisit 2,25 km) que la alternativa A1 (La Zanja 2,50 km), no se la considera favorable. Por tanto, la alternativa A1 es preferible para este caso.

#### ***Seguridad***

En ninguna de las tres alternativas habrá tránsito vehicular a través de los núcleos urbanos cercanos a la zona de construcción y operación del depósito de desmonte San Pedro Sur. El modelamiento de calidad de aire indica que no es probable que el material particulado que puedan generar las actividades del proyecto, llegue a las poblaciones más cercanas. De

manera similar el modelamiento de ruido y vibraciones indica que éstos, durante las etapas de construcción y operación, estarán dentro de los límites establecidos por las normas nacionales con respecto a las viviendas más cercanas al proyecto. Puesto que las condiciones de seguridad para las tres alternativas son iguales, no hay una alternativa preferible a las demás en este sub conteo.

### ***Percepciones de las comunidades***

La proporción de la población que piensa que el Proyecto La Zanja podría traer beneficios (80%) es mayor que la que piensa que podría traer daños (45,7%), cabe indicar que esta indagación incluye preguntas que no son excluyentes, teniendo como resultado opiniones diversas; así, un mismo poblador puede considerar, al mismo tiempo, que las actividades del proyecto traerán tanto beneficios como daños. De los que dijeron que el proyecto podría traer beneficios el 82,14% afirmó que el proyecto les daría oportunidades de empleo, el 10,7% que la economía local será impulsada y el 7,2% que se generarán obras. Un 45,7% de la población manifestó que el proyecto causará daños. Debido a que la percepción señalada es sobre el proyecto mas no sobre una sola infraestructura no existe una alternativa preferente en este subconteo.

### ***Economía de las comunidades aledañas***

Se estima que el proyecto generará aproximadamente entre 600 - 800 puestos de trabajo durante la etapa de construcción y entre 150 - 200 puestos de trabajo durante la etapa de operación. La empresa tiene como política dar preferencia a quienes viven en el área de influencia directa para la contratación de trabajadores, por tanto será igual si el depósito de desmonte es ubicada en cualquiera de las tres alternativas, por lo tanto no se puede considerar una alternativa que sea mejor que las demás.

### ***Conclusión***

Al nivel del conteo social, la alternativa A1 ha sido valorada en 0,53 y las alternativas A2 y A3 en 0,47, por lo tanto la alternativa A1 es considerada la mejor al nivel de este conteo.

#### ***8.5.3.6 Conteo 5: Aspectos de interés humano***

##### ***Paisaje***

Las tres alternativas se ubican en una zona visual calificada como alta calidad visual por sus características morfológicas, de vegetación, agua, color, fondo escénico, rareza e intervención humana.

De manera similar el grado de fragilidad o susceptibilidad del paisaje al cambio por la instalación del depósito de desmonte San Pedro Sur es medio para las tres alternativas, dadas sus características de pendiente, erosión, capacidad de regeneración vegetal, entre otros.

Por lo tanto, no hay una alternativa preferida sobre las demás para este caso.

### ***Arqueología***

Minera La Zanja cuenta con el Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA) para las áreas de las tres alternativas propuestas para la ubicación depósito de desmonte San Pedro Sur. Puesto que las tres alternativas están dentro del área del CIRA, ninguna es preferible a las demás.

### ***Conclusión***

De acuerdo con el conteo de interés humano, las tres alternativas han obtenido un puntaje de 0,13, por lo que ninguna de ellas es considerada mejor que las demás.

#### ***8.5.3.7 Resumen del análisis de alternativas para el depósito de desmonte San Pedro Sur***

Tal como se aprecia en el Cuadro 8.3, los resultados de la MCM indican que la alternativa preferida para la ubicación del depósito de desmonte San Pedro Sur es la alternativa A1.

**Cuadro 8.3**  
**Depósito de desmonte de mina**

Conteo	Alternativa		
	A1	A2	A3
Aspectos Técnicos	0,21	0,11	0,13
Aspectos Económicos	0,20	0,02	0,10
Aspectos del Ambiente Físico	0,16	0,16	0,19
Aspectos del Ambiente Biológicos	0,27	0,11	0,11
Aspectos Sociales	0,53	0,47	0,47
Aspectos de Interés Humano	0,13	0,13	0,13
Total	1,50	0,97	1,13

#### ***8.5.4 Vía de acceso a Pampa Verde***

El acarreo del mineral desde el tajo hasta la plataforma de lixiviación se realizará utilizando camiones CAT 777D que cargados llegan a pesar 160 TM; para que el tránsito sea en dos sentidos será necesario un acceso con un ancho efectivo no menor a 20 m. Desde el punto de vista ambiental, el control de polvo debe ser incluido en los costos de operación de la vía; desde el punto de vista de seguridad, la densa neblina que es común a lo largo del año, es un

factor a considerar, especialmente si se trata de camiones de gran tonelaje. En este caso, se han considerado hasta tres alternativas para el acarreo desde Pampa Verde hasta San Pedro Sur, las cuales se presentan en la Figura 8.3; sus características se describen a continuación y se analizan en la Tabla 8.3.

La primera alternativa es utilizar el acceso existente entre Pisit y Pampa Verde, el cual pasa cerca al caserío La Zanja. La segunda alternativa es construir una nueva vía que una Pampa Verde con la vía de exploración en el cerro San Pedro Sur, con lo que algunos tramos estarían fuera del área del Proyecto La Zanja. La tercera alternativa es construir una nueva vía hacia Pampa Verde, empalmando con la vía de exploración en el cerro San Pedro Sur con lo que la vía estaría dentro del área del proyecto.

#### **8.5.4.1 Alternativa A1**

La primera alternativa es utilizar la misma ruta de la vía pública existente, debido a las condiciones topográficas favorables y la facilidad de ampliar la plataforma de la carretera construyendo una nueva carretera pública en el tramo común. Sin embargo, la ruta sería muy larga (10 km), incrementando los costos de transporte y de mantenimiento de la carretera. Adicionalmente, sería necesario construir un desvío de la carretera en el sector del caserío La Zanja de aproximadamente 1,8 km de longitud, tal como se aprecia en la Figura 8.3. Sería necesario desviar la carretera una distancia no menor de 300 m pues, de acuerdo con el modelamiento efectuado, es la distancia necesaria para evitar que el ruido ocasionado por los camiones y el polvo generado por la operación cause molestias a los pobladores del caserío.

La Alternativa A1 ha sido descartada debido a los impactos en el caserío La Zanja, incluyendo la posibilidad de generación de polvo, ruido y vibración, además de molestias a la población por el tránsito nocturno de vehículos, perturbación en el uso del camino nacional por el tránsito de camiones y un aumento inaceptable en el riesgo para los pobladores por compartir su vía de acceso con camiones de gran tonelaje. La única ventaja sería que al final de las operaciones, cuando concluya el proyecto, se deje una vía de acceso mejorada a disposición de la población.

#### **8.5.4.2 Alternativa A2**

La ruta propuesta para la segunda alternativa tiene una longitud de 6 km, una pendiente promedio de 4,5% y una pendiente máxima de 10,0% de acuerdo con las características de los camiones a utilizar. La ruta propuesta reduce las curvas y los excesivos cortes debido al ancho de la carretera y el trazo; además, la distancia de acarreo es bastante menor con respecto a la

primera alternativa, para lo cual será necesario construir varios cruces con alcantarillas a fin de no obstruir los drenajes naturales de agua existentes.

Dado el ancho requerido para la circulación de camiones en dos sentidos, será necesario efectuar grandes movimientos de tierra, y por ende, una exhaustiva investigación geotécnica para determinar las condiciones del terreno de fundación y la inclinación de los taludes de corte para garantizar su estabilidad. Las desventajas de esta alternativa son varias: la mayor parte del trazo estaría fuera del área del proyecto, cruza remanentes de bosque de neblina y bosques de queñual y quishuar. Las ventajas de la alternativa A2 son que sería una vía de uso exclusivo de la operación, reduciría el riesgo a los pobladores, minimizaría la cantidad de polvo que pueda llegar al caserío La Zanja por efecto del tránsito vehicular, reduciría la distancia de acarreo y no causaría molestias a la población por las luces de los camiones, ruidos o vibraciones.

#### **8.5.4.3 Alternativa A3**

En la tercera alternativa, la ruta propuesta para la vía de acarreo estaría dentro de los límites del área del proyecto, tendría una longitud de 4,5 km, pendiente promedio de 9,03% y pendiente máxima de 10,40%. Dada la importancia de mantener la carretera dentro del área del proyecto, ésta sería construida mediante desarrollos y curvas en condiciones desfavorables de terreno, dado el relieve existente entre Pampa Verde y San Pedro Sur, aquí las condiciones geotécnicas son determinantes para optar por esta alternativa.

Será necesaria una adecuada investigación geotécnica para establecer las características de la fundación y la inclinación de los taludes de corte, evitando problemas de estabilidad durante la operación. La alternativa A3 reduce los riesgos y molestias para el caserío La Zanja por generación de polvos y tránsito vehicular; reduce además la distancia de acarreo. A continuación se detalla el análisis de alternativas para la vía de acceso a Pampa Verde.

#### **8.5.4.4 Coteo 1: Condiciones técnicas**

La alternativa A1 está alineada en las cumbres de la cuenca de la quebrada El Cedro y tiene bajas pendientes en toda su longitud. La alternativa A2 tiene que bajar de las cumbres de la cuenca de la quebrada El Cedro y cruzar algunos tributarios a la quebrada, el camino tendrá una pendiente promedio de 4,5% y una pendiente máxima de 10,0%. La alternativa A3 tiene que bajar de las cumbres de la quebrada El Cedro y cruzar algunos tributarios a la quebrada, el camino tendrá una pendiente promedio de 9,03% y una pendiente máxima de 10,4%.

Por otro lado las alternativas A1, A2 y A3 presentan una distancia total entre Pampa Verde y San Pedro Sur de 10, 6 y 4,5 km respectivamente.

La alternativa A1 requiere un mínimo de alcantarillas, a diferencia de las alternativas A2 y A3 que requieren aproximadamente 41 y 24 alcantarillas aproximadamente.

En cuanto a la cantidad de cortes y rellenos, la alternativa A1, A2 y A3 requieren una pequeña, moderada y gran cantidad respectivamente.

### ***Conclusión***

La alternativa A1 tiene un valor de 0,20; las alternativas A2 y A3 tienen un valor de -0,15 y -0,16, respectivamente. Por ello, a pesar de su mayor longitud, la alternativa A1 es la mejor.

#### ***8.5.4.5 Coteo 2: Condiciones económicas***

La alternativa A1 tiene un costo de construcción bajo, debido a que sólo implica el mejoramiento del camino existente y la construcción del desvío a La Zanja. La alternativa A2 presenta un costo de construcción es alto, debido a la necesidad de comprar tierras, construir un nuevo acceso sobre una distancia mediana y los costos ambientales por remover y replantar unidades de bosques. De manera similar la alternativa A3 tiene un costo de construcción alto, debido a la necesidad de cortar y rellenar mayores áreas y construir un nuevo camino sobre una distancia relativamente corta.

En cuanto al costo de operación la alternativa A1 tiene el más alto, debido al mantenimiento de una mayor distancia de la vía de acceso (10 km), mientras que las alternativas A2 y A3 los más bajos, debido al mantenimiento de una menor distancia de la vía de acceso (6 y 4,5 km, respectivamente).

### ***Conclusión***

La alternativa A1 tiene un valor de -0,10; las alternativas A2 y A3 tienen un valor de -0,20 y -0,05, respectivamente. Por ello, la mejor opción es la alternativa A3.

#### ***8.5.4.6 Coteo 3: Aspecto del ambiente físico***

##### ***Relieve***

El relieve de la alternativa A1 es mayormente plano, a diferencia de la alternativa A2, donde el relieve es moderadamente accidentado. Por su parte, la alternativa A3 presenta un relieve muy accidentado por atravesar la zona de valle de la micro cuenca El Cedro. En base a lo anterior, se considera que la alternativa A1 es la mejor.

### ***Geología***

Según las investigaciones geológicas realizadas, no hay fallas activas en las áreas de las tres alternativas. Existe la posibilidad que las áreas correspondientes a las tres alternativas sean mineralizadas; además, en el caso de las alternativas A2 y A3 no se descarta mineralización en el cerro Campana. Por esta razón, la alternativa A1 es la mejor alternativa.

### ***Sismicidad***

Los eventos sísmicos con periodo de retorno de 500 años, serían iguales para las tres alternativas. En el contexto de sismicidad no hay una alternativa que sea mejor que las demás.

### ***Suelos***

Con respecto a los tipos de suelos, la alternativa A1 presenta solamente suelos de tipo inceptisoles, mientras que las alternativas A2 y A3 presentan suelos andisols (suelos de menor espesor), con algunos componentes de inceptisoles.

El área de suelos que sería afectado por la alternativa A1 estaría limitado al área del desvío de La Zanja y la ampliación del camino existente, esta área es estimada en 25 hectáreas. Por su parte las áreas de suelos que serían afectados por las alternativas A2 y A3 serían aproximadamente de 15 y 10,6 ha respectivamente, sin incluir el corte/relleno. En tal sentido la alternativa A3 es preferible a las otras para este sub conteo.

### ***Clima***

La alternativa A1 se ubica en la parte alta de la micro cuenca de la quebrada El Cedro. En ella, la niebla se disipa antes del mediodía, no es necesario atravesar cursos de agua y tiene una menor probabilidad de escorrentías y deslizamientos. Las alternativas A2 y A3 están en áreas donde la neblina puede permanecer durante el día, dificultando el tránsito y añadiendo un factor de riesgo a la seguridad del personal. La alternativa A2 es la menos aconsejable por incluir la mayor cantidad de cruces de quebradas. Por lo anterior, la alternativa A1 es considerada la mejor.

### ***Agua superficial***

A pesar que la alternativa A1 es de mayor longitud (10 km en comparación con los 6 km para la alternativa A2 y los 4,5 km para la alternativa A3), esta alternativa requiere menos cruces de cursos de agua que las otras. A su vez, la alternativa A3 es mejor que la alternativa A2 porque sólo requiere cruzar 24 cauces de agua en vez de 41. Por tanto, la mejor alternativa es la A1.

### **Conclusión**

Para este conteo, la alternativa A1 alcanza un puntaje de 0,18, mientras las alternativas A2 y A3 tienen puntajes de -0,14 y -0,11, respectivamente. Por tanto, la mejor alternativa para el acceso a Pampa Verde es la A1.

#### **8.5.4.7 Conteo 4: Aspecto del ambiente biológico**

##### **Vegetación y flora**

En el área de la alternativa A1 se presenta la comunidad vegetal denominada pajonal de jalca, la cual está representada en la pampa del Bramadero y zonas aledañas, siendo la predominante alrededor del proyecto, por lo que no se le considera sensible. Las especies de flora presentes en las áreas de pajonal de jalca son mayormente generalistas. En las rutas de las alternativas A2 y A3, hay presencia de matorral, bosque de neblina, y relictos de bosque de queñual/quishuar, estas dos últimas comunidades son sensibles por tener poca presencia. Debido a que la alternativa A1 se desarrollará en un área de menor sensibilidad, se considera que es la mejor para la vía de acceso a Pampa Verde.

##### **Fauna**

En el área de la alternativa A1 se presenta el hábitat de fauna denominado como pajonal de jalca. Este hábitat está representado en otras áreas de la pampa Del Bramadero y en las zonas aledañas. Por estar presente en una mayor extensión alrededor del proyecto, no es considerado como un hábitat sensible. Las especies presentes en las áreas de pajonal de jalca son mayormente generalistas. En las rutas de las alternativas A2 y A3, hay presencia de matorral, bosque de neblina y relictos de bosque de queñual/quishuar. Las especies de fauna relacionadas con estos dos últimos hábitats son mayormente especialistas. En vista que la alternativa A1 se desarrollará en un área de menor sensibilidad es considerada la mejor.

##### **Especies protegidas de flora y fauna según INRENA**

Se han identificado diez especies protegidas en las micro cuencas estudiadas: *Penelope barbata*, *Thomasomys taczanowskii*, *Saltator cinctus*, *Buddleja Incana*, *Escallonia myrtilloides*, *Acaulimalva alismatifolia*, *Cedrela montana*, *Podocarpus oleifolius*, *Polylepis multijuga* y *Jaltomata mionei*. Las alternativas A2 y A3 cruzan relictos de bosque de neblina y queñual/quishuar (especie protegida por INRENA); por ello, la alternativa A1 es preferente.

### **Conclusión**

La alternativa A1 alcanza un valor de 0,49 mientras que las alternativas A2 y A3 tienen valores de -0,05 y -0,04 respectivamente. Por tanto, la mejor alternativa es la A1.



#### **8.5.4.8 Conteo 5: Aspecto social**

##### **Comunidades**

El caserío La Zanja se ubica al lado de la ruta de las alternativas A1 y A2. El poblado más cercano a las tres alternativas es el caserío La Zanja, el cual se ubica a una distancia de 0,4 km (alternativa A1); 0,3 km (alternativa A2) y 0,8 km (alternativa A3). Puesto que las alternativas A1 y A2 atraviesan terrenos que son propiedad de terceros, no son consideradas favorables para la vía de acceso a Pampa Verde; la alternativa preferente es la A3 en este aspecto.

##### **Seguridad**

Los cinco factores considerados son: (1) tránsito vehicular a través de las comunidades durante la construcción y operación, (2) riesgo a las comunidades por el funcionamiento de la vía, (3) posibilidad de incremento en la cantidad de polvo en suspensión para estas poblaciones, (4) ruidos y vibraciones por tránsito vehicular y (5) la molestia por las luces de los vehículos en la noche. La población más cercana es el caserío La Zanja. Ninguna de las alternativas considera tránsito vehicular a través de los núcleos urbanos asociados con la construcción y operación de la vía de acceso a Pampa Verde. Las condiciones de seguridad son menores para la alternativa A1 por utilizar parte del camino que usan los pobladores. Asimismo, el trazo de la alternativa A1 pasa cerca al caserío La Zanja, por lo que podrían presentarse molestias por polvos, ruidos y vibraciones originados por el tránsito de los vehículos, así como por las luces de los mismos durante la noche, lo cual no sucede con las alternativas A2 y A3 por encontrarse más alejadas. En tal sentido, las alternativas A2 y A3 son consideradas las mejores para este sub conteo.

##### **Percepciones de las comunidades**

La proporción de la población que piensa que el Proyecto La Zanja podría traer beneficios (80%) es mayor que la que piensa que podría traer daños (45,7%), cabe indicar que esta indagación incluye preguntas que no son excluyentes, teniendo como resultado opiniones diversas; así, un mismo poblador puede considerar, al mismo tiempo, que las actividades del proyecto traerán tanto beneficios como daños. De los que dijeron que el proyecto podría traer beneficios el 82,14% afirmó que el proyecto les daría oportunidades de empleo, el 10,7% que la economía local será impulsada y el 7,2% que se generarán obras. Un 45,7% de la población manifestó que el proyecto causará daños. Debido a que la percepción señalada es sobre el proyecto mas no sobre una sola infraestructura no existe una alternativa preferente en este subconteo.

### ***Economía de las comunidades aledañas***

El proyecto generará 600 - 800 puestos de trabajo durante la etapa de construcción y 150 - 200 puestos de trabajo durante la etapa de operación. Es política del proyecto dar preferencia a quienes viven en el área de influencia directa para la contratación de trabajadores, por tanto será igual si la vía de acceso es ubicada en cualquiera de las tres alternativas, por lo tanto no se puede considerar una alternativa que sea mejor que las demás.

### ***Conclusión***

El conteo socioeconómico arroja que la alternativa A1 tiene un valor de 0,02, la alternativa A2 de 0,34 y la alternativa A3 de 0,40, por tanto la alternativa A3 es la mejor para este conteo.

#### ***8.5.4.9 Conteo 6: Aspectos de interés humano***

##### ***Paisaje***

Las tres alternativas se ubican en una zona visual calificada como alta calidad visual por sus características morfológicas, de vegetación, agua, color, fondo escénico e intervención humana.

De manera similar el grado de fragilidad o susceptibilidad del paisaje al cambio por la presencia de las vías de acceso es media para las tres alternativas, dadas sus características de pendiente, erosión, capacidad de regeneración vegetal, entre otros. En consecuencia, ninguna alternativa es mejor que las demás.

##### ***Arqueología***

Minera La Zanja cuenta con el Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA) para la totalidad del área de la alternativa A3, no siendo así para las alternativas A1 y A2. Por ello, la alternativa A3 es la mejor.

### ***Conclusión***

La alternativa A3 es la mejor. Presenta un puntaje de 0,64 en tanto que las alternativas A1 y A2 tienen puntajes de -0,39 y -0,30 respectivamente.

#### ***8.5.4.10 Resumen del análisis de alternativas para la vía de acceso a Pampa Verde***

A partir de los resultados de MCM presentados en las secciones anteriores, la mejor alternativa para la vía de acceso a Pampa Verde es la alternativa A3. El detalle de los resultados se presenta en el Cuadro 8.4.

**Cuadro 8.4**  
**Vía de acceso a Pampa Verde**

<b>Conteo</b>	<b>Alternativa</b>		
	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>
Aspectos Técnicos	0,20	-0,15	-0,16
Aspectos Económicos	-0,10	-0,20	-0,05
Aspectos del Ambiente Físico	0,18	-0,14	-0,11
Aspectos del Ambiente Biológicos	0,49	-0,05	-0,04
Aspectos Sociales	0,02	0,34	0,40
Aspectos de Interés Humano	-0,39	-0,30	0,64
Total	0,40	-0,51	0,69

### **8.5.5 Depósito de desmonte de mina Pampa Verde**

Se evaluaron cinco alternativas (Tabla 8.4). Éstas fueron A1, A2, A3, A4 y A5 (Figura 8.4). Los detalles del análisis se presentan a continuación:

#### **8.5.5.1 Conteo 1: Aspectos técnicos**

##### **Operación y mantenimiento**

La alternativa A1 presenta una difícil operación debido a lo accidentado del terreno existente, la alternativa A2 cuenta con una facilidad de operación moderada puesto que a pesar de lo accidentado del terreno presenta un acceso más fácil, las alternativas A3, A4 y A5 también presentan una difícil operación debido a lo accidentado del terreno existente y a la lejanía de las demás estructuras del proyecto.

Las alternativas A1 y A2 tienen un requerimiento de mantenimiento moderado debido a la poca agua superficial para derivar, aunque la topografía sea bastante accidentada. Asimismo las alternativas A3, A4 y A5 presentan altos requerimientos de mantenimiento debido a que cuentan con canales de derivación largos, anchos y profundos y la topografía es bastante accidentada.

En las cinco alternativas existe la posibilidad de retener el agua infiltrada en una poza y de enviarla a tratar, si es necesario, a una planta de tratamiento de aguas ácidas. Finalmente en este sub conteo la alternativa A2 es considerada como la mejor.

##### **Estabilidad de la pila de desmonte de mina**

La alternativa A1 se ubica en un terreno muy accidentado, el 52,8% del terreno presenta pendientes mayores a 50%. La alternativa A2 se encuentra en un terreno muy accidentado, el 25,4% presenta pendientes mayores a 50%. Por su parte, la alternativa A3 también tiene un

terreno muy accidentado, el 40,3% de la superficie del terreno presenta pendientes entre 30% y 50%, y el 12,0% presenta pendientes mayores a 50%. La alternativa A4 presenta un terreno accidentado, el 32,9% de la superficie del terreno presenta pendientes entre 30% y 50%, y el 12,9% presenta pendientes mayores a 50%, presentando con ello las mejores condiciones topográficas. Finalmente la alternativa A5 también se ubica en un terreno muy accidentado, el 16,0% presenta pendientes mayores a 50%.

Por otro lado, las cinco alternativas tienen un bajo potencial de falla debido al diseño para una pila estable. Finalmente en este sub conteo la alternativa A4 es considerada como la mejor.

### ***Características del área seleccionada***

Considerando una densidad del mineral de  $1,74 \text{ Tn/m}^3$  y una inclinación de la pila de 2,5H:1V, para las alternativas A1, A2, A3, A4 y A5 se tienen capacidades de 5,7; 7,6; 12,3; 10,7 y 9,9 MTM respectivamente.

Asimismo las alternativas A1, A2, A3, A4 y A5 presentan áreas para el depósito de desmonte de 10, 20, 22, 10 y 20,5 ha, respectivamente.

La alternativa A1 se encuentra ubicada muy próxima al tajo dentro de los límites del proyecto, con un recorrido aproximado de 800 m, la alternativa A2 presenta un recorrido aproximado de 1 100 m y está ubicado al interior del área del proyecto, la alternativa A3 presenta una distancia mayor de aproximadamente 2 000 m, y está ubicada fuera del área del proyecto, y las alternativas A4 y A5 presentan distancias al tajo aún mayores de 3 000 y 2 800 m respectivamente, además de encontrarse fuera del área del proyecto. En tal sentido la alternativa A2 es considerada como la mejor.

### ***Manejo del agua superficial***

La alternativa A1 a pesar de tener poca agua a derivar presenta poca facilidad de descarga debido a la fuerte pendiente del terreno existente. La alternativa A2 presenta una moderada facilidad de descarga debido a la pendiente menos inclinada aunque desfavorable y a la poca agua derivada. Las alternativas A3 A4 y A5 presentan poca facilidad de descarga debido a las pendientes fuertes y cantidades importantes de agua derivada.

Las alternativas A1 y A2 cuentan con canales de derivación cortos de 520 y 640 m respectivamente, mientras que la alternativa A3 presenta canales de derivación largos con 1 820 m y finalmente las alternativas A4 y A5 tiene canales de derivación más largos aún con 2 640 y 2 720 m respectivamente.

La alternativa A1 presenta un área de captación por derivar muy pequeña (0,5 ha) dentro de los límites del área del proyecto, la alternativa A2 tiene una pequeña área de captación por derivar (8,0 ha) y también se encuentra dentro del área del proyecto, la alternativa A3 cuenta con un área por derivar de regular tamaño, 34,2 ha aproximadamente y fuera del área del proyecto y las alternativas A4 y A5 presentan cuenca extensas (153 y 118 ha, respectivamente) y fuera de los límites del proyecto.

Asimismo las alternativas A1, A2, A3, A4 y A5 presentan tuberías perforadas y sólidas para coleccionar el agua infiltrada y evacuarla fuera del depósito, éstas presentan una longitud aproximada de 3 350, 5 260, 7 370, 6 850, 6 990 m, respectivamente.

Para las cinco alternativas es posible coleccionar el agua infiltrada aguas abajo del dique de contención; sin embargo, la alternativa A5 a diferencia del resto de alternativas tiene el inconveniente de un mayor recorrido del sistema de colección de infiltración. Finalmente la alternativa A1 es preferible para este sub conteo.

#### ***Dique para la capacidad estimada***

Las alternativas A1, A2, A3, A4 y A5 presentan longitudes de dique de 130, 190, 70, 100 y 70 m respectivamente.

En cuanto a la altura de dique, las alternativas A1, A2, A3, A4 y A5 presentan alturas de 26, 38, 20, 16 y 12 m respectivamente.

Respecto al volumen de relleno, las alternativas A1, A2, A3, A4 y A5 requieren de 0,11, 0,40, 0,03, 0,03 y 0,01 millones de m<sup>3</sup> de relleno respectivamente.

Las alternativas A1, A3, A4 y A5 presentan altas dificultades para la preparación del sitio puesto que las condiciones topográficas y el acceso son desfavorables. Por su parte la alternativa A2 presenta una moderada dificultad debido a las mejores condiciones topográficas. Según lo expuesto en este sub conteo, la alternativa A3 es la preferida.

#### ***Conclusión***

En el conteo del aspecto técnico, la alternativa A1 tiene un valor de 0,01, a la alternativa A2 le corresponde un valor de 0,11, la alternativa A3 alcanza un valor de 0,07, la alternativa A4 un valor de 0,07 y la alternativa A5 un valor de 0,04. Por ello en este conteo la mejor alternativa es la A2.

#### **8.5.5.2 Conteo 2: Aspectos económicos**

La alternativa A1 presenta un moderado costo de capital debido al refuerzo que se deberá hacer al dique de contención. La alternativa A2 tendrá un costo de capital elevado debido al gran volumen de relleno del dique de contención, la alternativa A3 presenta un bajo costo de capital debido al poco volumen de relleno del dique de contención y a que los canales de derivación no son muy grandes, mientras que para las alternativas A4 y A5 a pesar de tener bajos volúmenes de relleno del dique el costo de capital es alto debido a que presentan canales de derivación grandes y largos.

En cuanto a los costos de operación, las cinco alternativas presentan costos altos debido a las fuertes pendientes y en el caso de las alternativas A3, A4 y A5 también por la gran distancia respecto al tajo.

El costo de cierre de las alternativas A1 y A2 es bajo debido a que el área a rehabilitar no es grande. Mientras que las alternativas A3, A4 y A5 presentan altos costos de cierre por las mayores áreas de los depósitos a rehabilitar.

#### ***Conclusión***

Al efectuar el conteo, las alternativas A1 y A2 obtuvieron un puntaje de -0,03, en tanto la alternativa A3 recibió una valorización de 0,00, y las alternativas A4 y A5 obtuvieron valorizaciones de -0,17 y -0,20 respectivamente. Por ello, la alternativa A3 es la mejor en cuanto a aspectos económicos se refiere.

#### **8.5.5.3 Conteo 3: Aspectos del ambiente físico**

##### ***Relieve***

En cuanto al relieve del área del depósito de desmonte de mina Pampa Verde, las cinco alternativas corresponden a áreas accidentadas con fuerte pendiente. Ninguna alternativa puede ser considerada mejor que las demás.

##### ***Geología***

No existen fallas geológicas activas en las áreas de las alternativas. Tampoco existe evidencia de yacimientos minerales por debajo de las cinco alternativas. Desde una perspectiva geológica, no hay una alternativa mejor que las demás.

### ***Sismicidad***

Los eventos sísmicos con periodo de retorno de 500 años, son iguales para las cinco alternativas. En el contexto de sismicidad tampoco hay una alternativa que sea mejor que las demás.

### ***Suelos***

Con respecto a los tipos de suelos, las cinco alternativa presentan suelos andisols (suelos de menor espesor), con algunos componentes de inceptisoles.

Asimismo las alternativas A1, A2, A3, A4 y A5 presentan 10; 15,2; 21,3; 19,8 y 20,2 ha de suelo que se verían afectados. En tal sentido la alternativa A1 es preferible a las otras para este sub conteo.

### ***Clima***

En este aspecto se considera el efecto de la precipitación sobre las áreas de las alternativas en función de su inestabilidad (áreas propensas a deslizamientos o huaycos). De acuerdo con el estudio de Water Management Consultants (2007), incluido en el Anexo H-3, no hay zonas inestables en las áreas consideradas para las alternativas. Por ello, ninguna alternativa es mejor que las demás.

### ***Agua superficial***

Las alternativas A1 y A2 se encuentran en el límite de cuenca, por lo que no afectará muchos cursos de agua, la alternativa A3 presenta un área de captación regular aguas arriba lo que afectará un regular número de cursos de agua, mientras que las alternativas A4 y A5 sí presentan áreas considerables aguas arriba y afectará abundantes cursos de agua. En tal sentido, las alternativas preferibles son la A1 y A2.

### ***Agua subterránea***

No se cuenta con información sobre la profundidad del acuífero subterráneo en el área de las cinco alternativas, por lo que ninguna alternativa es considerada como la mejor para este sub conteo.

### ***Conclusión***

Para este conteo, las alternativas A1 y A2 alcanzaron un puntaje de 0,20, la alternativa A3 obtuvo un puntaje de 0,14 en tanto a las alternativas A4 y A5 les corresponde 0,07. Por tanto, las mejores alternativas son A1 y A2.

#### **8.5.5.4 Conteo 4: Aspectos del ambiente biológico**

##### **Vegetación y flora**

En el área de la alternativa A1, se presentan las formaciones vegetales de pajonal de jalca y roquedal. En el área de la alternativa A2, se presentan las formaciones vegetales pajonal de jalca y matorral, mientras que en las alternativas A3, A4 y A5 se encuentra solamente pajonal de jalca.

Estas comunidades están representadas en otras partes de la Pampa Del Bramadero y en zonas aledañas, por lo que no se las considera sensibles. En tal sentido ninguna alternativa es preferible a otra.

##### **Fauna**

En el área de la alternativa A1, se presentan dos hábitats de fauna, pajonal de jalca y roquedal y las especies de fauna presentes son mayormente generalistas. En el área de la alternativa A2, también se presentan dos hábitats, pajonal de jalca y matorral, de manera similar la fauna asociada a estos hábitats es mayormente generalista. En las áreas de las alternativas A3, A4 y A5 hay presencia solamente de pajonal de jalca y las especies de fauna relacionadas a este hábitat son principalmente de carácter generalista. Ninguna de las alternativas es considerada como la mejor.

##### **Especies protegidas de flora y fauna según INRENA**

Existen diez especies protegidas en las micro cuencas estudiadas. Son *Penelope barbata*, *Thomasomys taczanowskii*, *Saltator cinctus*, *Buddleja Incana*, *Escallonia myrtilloides*, *Acaulimalva alismatifolia*, *Cedrela montana*, *Podocarpus oleifolius*, *Polylepis multijuga* y *Jaltomata mionei*. Ninguna de estas especies se ha identificado en las áreas de las cinco alternativas para la ubicación del depósito de desmonte de mina Pampa Verde. Por lo que las cinco alternativas tienen el mismo nivel de puntaje en este aspecto y no hay una alternativa que sea mejor que las otras.

##### **Conclusión**

Las alternativas A1 y A2 han alcanzado un valor de 0,11 para este conteo, mientras que las alternativas A3, A4 y A5 tienen un valor de 0,16. Por lo que estas tres últimas serían las preferidas para este conteo.



#### **8.5.5.5 Conteo 4: Aspectos sociales**

##### ***Comunidades***

La población más cercana a las cinco alternativas es el caserío La Zanja, el cual se encuentra una distancia de 1,6 km de la alternativa A1, 1,28 km de la alternativa A2, 1,10 km de la alternativa A3, 0,80 km de la alternativa A4 y 0,66 km de la alternativa A5. Por abarcar terrenos que se encuentran fuera del área del proyecto, las alternativas A3, A4 y A5 no se consideran favorables para la ubicación del depósito de desmonte Pampa Verde. En tal sentido la alternativa preferida para este sub conteo es la A1.

##### ***Seguridad***

No habría tránsito vehicular a través de las comunidades durante la construcción u operación de las alternativas A1 y A2. Para la alternativa A3 sí se prevén interrupciones durante las actividades de construcción y un tramo de la carretera pública sería utilizado durante la operación del depósito de desmonte. Las alternativas A4 y A5 también presentarían un tramo de la carretera pública que sería utilizado durante la operación del depósito de desmonte.

En cuanto a la presencia de polvo y ruido, las alternativas A1 y A2 no afectarán al caserío La Zanja (comunidad más cercana) durante la construcción y operación del proyecto, la alternativa A3 en cambio sí podría afectar al caserío La Zanja y las alternativas A4 y A5 sí afectarán al caserío durante la construcción y operación del proyecto. Por lo expuesto las alternativas A1 y A2 son las preferidas en este sub conteo.

##### ***Percepciones de las comunidades***

La proporción de la población que piensa que el Proyecto La Zanja podría traer beneficios (80%) es mayor que la que piensa que podría traer daños (45,7%), cabe indicar que esta indagación incluye preguntas que no son excluyentes, teniendo como resultado opiniones diversas; así, un mismo poblador puede considerar, al mismo tiempo, que las actividades del proyecto traerán tanto beneficios como daños. De los que dijeron que el proyecto podría traer beneficios el 82,14% afirmó que el proyecto les daría oportunidades de empleo, el 10,7% que la economía local será impulsada y el 7,2% que se generarán obras. Un 45,7% de la población manifestó que el proyecto causará daños. Debido a que la percepción señalada es sobre el proyecto mas no sobre una sola infraestructura no existe una alternativa preferente en este subconteo.

##### ***Economía de las comunidades aledañas***

Se estima que el proyecto generará aproximadamente entre 600 - 800 puestos de trabajo durante la etapa de construcción y 150 - 200 puestos de trabajo durante la etapa de operación.

La empresa tiene como política dar preferencia a quienes viven en el área de influencia directa en la contratación de mano de obra, independientemente de la alternativa elegida para el depósito de desmonte Pampa Verde. No hay una alternativa preferida sobre las demás para este caso.

### ***Conclusión***

Al nivel del conteo social, la alternativa A1 ha sido valorada en 0,40, la alternativa A2 en 0,40, la alternativa A3 en 0,03 y las alternativas A4 y A5 en -0,17, por lo tanto las alternativas A1 y A2 son consideradas las mejores al nivel de este conteo.

#### ***8.5.5.6 Conteo 5: Aspectos de interés humano***

##### ***Paisaje***

Las alternativas A1, A2 y A3 para este sub conteo son alternativas pobres ya que se ubican dentro de la zona visual del caserío La Zanja, peor aún las alternativas A4 y A5 son consideradas muy pobres ya que no sólo se ubican dentro de la cuenca visual del caserío La Zanja sino que se encuentran muy próximas a ésta. En tal sentido las tres primeras alternativas son consideradas las mejores para este sub conteo.

##### ***Arqueología***

La Zanja cuenta con el Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA) para las áreas de las alternativas A1 y A2. Para las alternativas A3, A4 y A5 no se conoce el potencial arqueológico en el área y no se cuenta con el CIRA.

### ***Conclusión***

De acuerdo con el conteo de interés humano, las alternativas A1 y A2 han sido consideradas con un puntaje de 0,13, la alternativa A3 en -0,39 y las alternativas A4 y A5 en -0,45 cada una. Por lo tanto las dos primeras alternativas son consideradas mejores que las demás.

#### ***8.5.5.7 Resumen del análisis de alternativas para el depósito de desmonte Pampa Verde***

Tal como se aprecia en el Cuadro 8.5, los resultados de la MCM indican que la alternativa preferida para la ubicación del depósito de desmonte Pampa Verde es A2.

**Cuadro 8.5**  
**Depósito de desmonte Pampa Verde**

Conteo	Alternativas				
	A1	A2	A3	A4	A5
Aspectos Técnicos	0,01	0,11	0,07	0,07	0,04
Aspectos Económicos	-0,03	-0,03	0,00	-0,17	-0,20
Aspectos del Ambiente Físico	0,20	0,20	0,14	0,07	0,07
Aspectos del Ambiente Biológicos	0,11	0,11	0,16	0,16	0,16
Aspectos Sociales	0,40	0,40	0,03	-0,17	-0,17
Aspectos de Interés Humano	0,13	0,13	-0,39	-0,45	-0,45
Total	0,82	0,92	0,01	-0,49	-0,55

### **8.5.6 Depósito de desmonte de construcción**

Ha sido ubicado al este de la plataforma de lixiviación, en la micro cuenca de un tributario de la quebrada Bramadero, aguas abajo del lugar de acopio de suelo orgánico. La ubicación fue elegida por su cercanía a la plataforma de lixiviación.

### **8.5.7 Planta de beneficio ADR**

Los siguientes criterios han sido usados para la evaluación:

- Cercanía a la plataforma de lixiviación
- Topografía plana
- Capacidad de controlar fugas o derrames en un solo punto

Usando estos criterios, solamente había un sitio adecuado para la ubicación de la planta de beneficio ADR, junto a la plataforma de lixiviación (Figura 4.1).

### **8.5.8 Punto de abastecimiento de agua fresca**

El punto de abastecimiento de agua fresca (potable) para el campamento fue ubicado en el único manantial con suficiente caudal para abastecer las necesidades del campamento. Siendo el único sitio factible, no se ha realizado un análisis de alternativas para este componente.

### **8.5.9 Presa de abastecimiento de agua fresca**

Dada la deficiencia estacional puesta de manifiesto en el balance de aguas del proyecto, es aconsejable construir un sistema de almacenaje de agua para uso durante la estación seca. El análisis de alternativas del embalse de abastecimiento de agua fue realizado por Water Management Consultants y las opciones identificadas se han agrupado de la siguiente manera:

- Alternativa 1 - Presa en la quebrada Bramadero más complemento por bombeo
  - Alternativa 1A - bombeo desde el río Pisit
  - Alternativa 1B - bombeo desde la quebrada El Cedro
  
- Alternativa 2 - Presas en el río Pisit o El Cedro más bombeo
  - Alternativa 2A – Presa en el río Pisit y bombeo
  - Alternativa 2B - Presa en la quebrada El Cedro y bombeo

La Alternativa 1 consistiría en embalsar y regular los caudales de la quebrada Bramadero lo más posible y complementar el déficit con bombeo, ya sea desde el río Pisit o la quebrada El Cedro, solamente durante la época húmeda. La presa en la quebrada Bramadero se ubicaría aguas abajo del depósito de desmonte de construcción y tendría las ventajas siguientes:

- Es un curso con transporte de sedimentos relativamente bajo, lo que requiere de un volumen muerto de embalse relativamente pequeño.
- Se puede utilizar como poza para mitigar la erosión de suelos que se origine durante la construcción del proyecto.

La Alternativa 1A (bombeo desde el río Pisit, punto MA-5) tendría la toma en el río Pisit, aguas abajo del poblado de Pisit y tiene la ventaja de que este río es un recurso de agua abundante en relación con los requerimientos del Proyecto La Zanja y los impactos de la extracción por bombeo serían menores. Una desventaja de esta alternativa es que el bombeo requeriría vencer una altura estática de aproximadamente 275 m con una tubería de impulsión de aproximadamente 2,7 km.

La Alternativa 1B (bombeo desde la quebrada El Cedro) tendría la toma en la quebrada El Cedro en las cercanías del punto de monitoreo MA-15, necesitaría vencer una altura estática de aproximadamente 300 m y tendría una tubería de impulsión de aproximadamente 1 300 m. Una de las desventajas de esta alternativa sería el impacto sobre los caudales de la quebrada El Cedro, el que sería mayor que en el río Pisit.

La Alternativa 2 consistiría en embalsar y regular los caudales de la quebrada El Cedro o el río Pisit y complementar esto con bombeo. La presa en el río Pisit, Alternativa 2A, se ubicaría aguas arriba del centro poblado menor de Pisit. La presa en la quebrada El Cedro, Alternativa 2B, se ubicaría a la altura del depósito de desmonte de mina. Las desventajas de estas opciones son:

- El sitio de la presa sobre el río Pisit no es muy favorable topográficamente.
- La presa sobre el río Pisit requeriría un vertedero relativamente grande y oneroso si se siguen los estándares internacionales de diseño para la Crecida Máxima Probable por la presencia de un poblado aguas abajo del embalse y el potencial de pérdida de vidas humanas en caso de falla de la presa.
- La quebrada El Cedro tiene el potencial de acarrear volúmenes relativamente importantes de sedimentos y requeriría un volumen muerto acorde con él.

La Alternativa 1A es la que presenta las mayores ventajas ambientales, sociales y económicas frente a las otras opciones, por lo tanto ha sido seleccionada como la mejor opción para el abastecimiento de agua al proyecto.

#### **8.5.10 Área de acumulación de suelo orgánico**

Se han considerado tres puntos de acopio de suelo orgánico (Figura 4.1). El primero se ubica en el lado este de la plataforma de lixiviación, contendrá los suelos provenientes del área de la plataforma de lixiviación, de la planta de beneficio ADR, de la poza de eventos mayores, del campamento, de los caminos de acceso y de las instalaciones auxiliares. El segundo punto de acopio de suelo orgánico se ubica en el lado oeste del depósito de desmonte San Pedro Sur, contendrá los suelos retirados para la construcción de este depósito de desmonte y del tajo San Pedro Sur. El tercer punto se ubica en el lado este del depósito de desmonte Pampa Verde y contendrá los suelos retirados de la construcción de este depósito de desmonte y del tajo Pampa Verde. La ubicación de estos puntos de acopio fue definida en función de su cercanía, tanto al lugar de origen, como al lugar donde estos suelos serán utilizados durante el cierre.

#### **8.5.11 Caminos de acceso**

El camino de acceso a las instalaciones del proyecto es el mismo que da acceso al centro poblado menor de Pisit y a otros caseríos de la zona; se tiene previsto mejorarlo y no construir uno nuevo. Los caminos de acceso al tajo San Pedro Sur, las instalaciones del proyecto y el campamento, han sido ubicados de modo tal que se optimizan las distancias de transporte de materiales, bienes y personal. Esto reduce el costo operativo y la generación de polvo por tránsito vehicular.

#### **8.5.12 Campamento**

El campamento ha sido ubicado cerca de la zona de producción reduciendo el tiempo de movilización del personal a la zona de operaciones y al lado del camino de acceso existente. Esta ubicación permite evitar impactos ambientales adicionales y el costo de construir un

nuevo camino de acceso. No se consideró la posibilidad de ubicar el campamento dentro del núcleo urbano de Pisit para evitar el impacto social resultante.

#### **8.5.13 Relleno de seguridad y sanitario**

Puesto que las operaciones generarán residuos sólidos y éstos deben ser manipulados y tratados en forma adecuada, se construirá un relleno de seguridad y sanitario. Tres alternativas fueron consideradas para la posible ubicación del relleno, tomándose en cuenta los criterios de selección establecidos por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA):

- Accesibilidad adecuada
- Características geológicas, geotécnicas, hidrometeorológicas e hidrológicas
- Topografía
- Área del terreno
- Vida útil

El análisis de alternativas fue realizado por Buenaventura Ingenieros S.A. (BISA), y el documento completo se presenta en el Anexo AE del presente EIA. A continuación se incluye un resumen con los aspectos más resaltantes de dicho análisis de alternativas.

#### **Alternativa A1**

Esta alternativa se ubica en una zona de gran accesibilidad, el tamaño del terreno o superficie disponible para rellenar es de 2,9 ha, es plana con pendientes bajas de 6%, a una distancia a fuentes de agua superficial de 50 m, sin presencia de fauna representativa, con una vida útil de 10 años (mayor a lo necesario); adicionalmente, el nivel freático se encuentra a más de 50 m de profundidad y la población más cercana se encuentra a más de 1 000 m. La desventaja de esta alternativa es que no presenta disponibilidad de material de cobertura.

#### **Alternativa A2**

Esta alternativa, a diferencia de la anterior, sí presenta posibilidad para obtener material de cobertura, el nivel freático se encuentra a más de 50 m de profundidad y la población más cercana se encuentra a más de 1 000 m. Entre las desventajas, se tiene que es una zona de difícil acceso, con lluvias, presencia de riachuelos, con una pendiente de 20%, una vida útil de 5 años y el tamaño del terreno o superficie disponible para rellenar es de solamente 1,5 ha.

#### **Alternativa A3**

Al igual que para la alternativa A2, ésta alternativa presenta posibilidad de material de cobertura, el nivel freático también se encuentra a más de 50 m de profundidad y la población

más cercana se encuentra a más de 1 000 m. Entre las desventajas es que la zona es de difícil acceso, adyacente a una ladera con acumulación de agua de lluvia y presencia de riachuelos. La pendiente es moderada, (10%) y tiene una vida útil de sólo 5 años y el tamaño del terreno o superficie disponible para rellenar es de solamente 1,5 ha.

De acuerdo con la evaluación realizada (Anexo AE), se concluye que la opción preferente es la alternativa A1.

#### **8.5.14 Instalaciones auxiliares**

Las instalaciones auxiliares incluyen:

- Oficinas
- Almacén general
- Taller de mantenimiento (truck shop)
- Plantas de tratamiento de aguas residuales
- Planta de preparación de lechada de cal
- Almacén de cal
- Tanque de almacenamiento de cal
- Tanques de combustible
- Grifo para despacho de combustible
- Depósito de nitrato de amonio
- Planta de tratamiento de agua potable
- Tanque de agua potable
- Tanque de agua industrial
- Antena de comunicaciones
- Polvorines
- Garita de control
- Poza de eventos mayores
- Pozas de sedimentación
- Plantas de tratamiento de agua ácida

La ubicación de las oficinas fue analizada en función a la posición relativa a la vía de acceso existente, previniendo impactos adicionales y costos asociados a la construcción de un nuevo camino de acceso. Por su parte, la ubicación del almacén general ha sido seleccionada para concentrar las operaciones en un solo lugar, evitando perturbar de áreas adicionales. El taller de mantenimiento (truck shop) ha sido ubicado a partir de la necesidad de agilizar el tránsito, evitando la congestión y eventuales embotellamientos.

Se contará con 3 plantas de tratamiento de aguas residuales (zona de campamento, zona de taller de mantenimiento y zona de servicios auxiliares más planta de procesos), cada una de éstas se encuentra ubicada adyacente y aguas abajo de su respectiva zona, a fin de coleccionar las descargas por gravedad. La planta de preparación de lechada de cal se ubicará cerca al campamento y a las oficinas, reduciendo el desplazamiento del personal, concentrando las operaciones en un solo lugar y evitando perturbar áreas adicionales. El almacén de cal se ubicará cerca de la planta de preparación de lechada de cal, reduciendo el tiempo de transporte de este insumo.

El tanque para almacenar la cal se ubicará al lado norte del depósito de desmonte San Pedro Sur, facilitando la aplicación de cal preparada, tanto a los desmontes como a la planta de tratamiento de aguas ácidas, ubicada en la parte superior del tajo San Pedro Sur. Los tanques de combustible y el grifo de despacho se ubicarán en el cerro Bramadero para reducir el costo de bombeo al campamento y las oficinas. El depósito de nitrato de amonio estará ubicado cerca al tajo, a una distancia prudente para mantener la seguridad de las instalaciones, se ha considerado el lado oeste del depósito de desmonte San Pedro Sur, el cual está protegido del viento (seguridad adicional para las operaciones y el campamento). El depósito de nitrato de amonio no estará ubicado cerca de los polvorines, contribuyendo a la seguridad de la operación y el campamento.

La planta de tratamiento de agua potable se ubicará cerca al tanque de agua potable, a fin de optimizar la potabilización y almacenamiento de agua; al reducir la distancia entre la planta de tratamiento y el tanque se reduce también la probabilidad de contingencias. Los tanques de agua industrial y agua potable se ubicarán en una elevación, de modo que el sistema de distribución funcione por gravedad. Por esta razón, los tanques serán emplazados en la cima del cerro Bramadero; la antena de comunicaciones también ha sido ubicada en este lugar, reduciendo la interferencia en las transmisiones.

De acuerdo con la legislación vigente, los polvorines estarán ubicados lejos de cualquier instalación o campamento; la ladera sur del cerro Bramadero está lo suficientemente lejos de las operaciones y del campamento, brindando la seguridad necesaria. La ubicación del cerro Bramadero entre los polvorines, las operaciones y el campamento es un factor de seguridad adicional. La garita de control estará situada en el camino de acceso a las instalaciones, brindando seguridad a las operaciones desde una ubicación óptima.



La poza de eventos mayores se ubicará aguas abajo de la plataforma de lixiviación, al lado de las pozas de solución rica e intermedia, a fin de recibir algún excedente de estas pozas si se produjese una precipitación de 24 horas, con periodo de retorno de 500 años. Puesto que esta poza debe estar cerca de la planta ADR y de la plataforma de lixiviación, no se consideró que hubiera otras alternativas viables. Por su parte, las pozas de sedimentación estarán ubicadas aguas abajo de las instalaciones que pueden generar sedimentos, de este modo, las aguas que sean descargadas al ambiente tendrán la mínima turbidez posible y cumplirán con los estándares pertinentes.

#### **8.5.15 Tratamiento de aguas ácidas**

El tratamiento de aguas ácidas con lechada de cal durante las operaciones fue la única opción considerada factible; dos opciones fueron descartadas al inicio de la evaluación, éstas fueron:

- Tratamiento pasivo. Descartada por el tiempo de retención del agua, ésta es requerida por el proceso.
- Tratamiento con bicarbonato de sodio. Descartada debido al mayor costo y cantidad de insumo necesario, sin contar el área adicional necesaria para almacenaje.

Originalmente se consideraron 3 opciones para la configuración del sistema de tratamiento de aguas ácidas, éstas fueron:

- Colección independiente de aguas ácidas del tajo y depósito de desmonte de San Pedro Sur; bombeo independiente de ambos sitios a la planta de tratamiento de aguas ácidas en la zona de la planta de procesos; vertimiento del agua tratada al embalse de agua. Colección de aguas ácidas del tajo y depósito de desmonte de Pampa Verde y tratamiento de ellas en una planta de tratamiento a lado del depósito de desmonte; vertimiento de aguas al ambiente.
- Colección independiente de aguas ácidas del tajo y depósito de desmonte de San Pedro Sur; bombeo de los dos caudales a un tanque de almacenamiento al oeste de la plataforma de lixiviación; tratamiento en la planta de aguas ácidas en la zona de la planta de procesos; vertimiento del agua tratada al embalse de agua industrial. Colección de aguas ácidas del tajo y depósito de desmonte de Pampa Verde y tratamiento de ellas en una planta de tratamiento ubicada cerca del depósito de desmonte; vertimiento de aguas al ambiente.
- Construcción de la planta de tratamiento de aguas ácidas al lado de la poza de colección y sedimentación del tajo San Pedro Sur para tratamiento de las aguas ácidas del tajo y del depósito de desmonte. Colección de aguas ácidas del tajo y el depósito

de desmonte de Pampa Verde y tratamiento de ellas en una planta tratamiento ubicada cerca del depósito de desmonte; envío de aguas tratadas a la pila de lixiviación.

- En las tres alternativas, el agua descargada cumplirá con los Límites Máximos Permisibles establecidos por el Ministerio de Energía y Minas.

La tercera alternativa fue la elegida puesto que:

- Requiere menos bombeo de soluciones, reduciendo el riesgo de ruptura de tuberías y una situación de contingencia.
- No requiere la construcción de un tanque de almacenamiento.
- No realiza descarga directa sobre los cuerpos de agua.

## **8.6 *Análisis de alternativas de las actividades mineras***

Los análisis de alternativas para los procesos minero-metalúrgicos se presentan a continuación.

### **8.6.1 *Extracción de minerales***

El método empleado depende de las características de los yacimientos, su ubicación y distribución espacial; puesto que el mineral de valor económico se presenta en forma diseminada, no es aconsejable recurrir al minado subterráneo; la única opción económicamente factible es hacerlo a tajo abierto.

### **8.6.2 *Tratamiento de mineral***

La única opción factible para el tratamiento de mineral, dada la mineralogía y características de los yacimientos, es la lixiviación. La opción de molienda y flotación tiene 3 grandes desventajas en comparación con la lixiviación:

- El chancado y molienda genera mayor cantidad de ruido, vibración y polvo que el proceso de lixiviación.
- La lixiviación no requiere chancado y molienda, el mineral económico del proyecto se encuentra libre en la roca y en forma oxidada.
- La flotación requiere de la construcción y operación de un depósito de relaves, el cual aumentaría el área a perturbar en la pampa del Bramadero.
- La flotación requiere mayor consumo de agua que el proceso de lixiviación, tema álgido en una zona con deficiencia estacional de agua.

### **8.6.3 Proceso de beneficio**

Originalmente se consideraron tres opciones para el beneficio de la solución rica:

- Carbon-in-Leach (CIL) o Adsorción-Desorción-Recuperación (ADR)
- Merrill Crowe
- Resina

La tecnología de resina es nueva, por lo que no se dispuso de suficiente información sobre los resultados a alcanzar y por este motivo no fue considerada una alternativa factible. El proceso Merrill Crowe ha sido extensamente probado y es usado en varias operaciones en el país; sin embargo, los rendimientos óptimos se obtienen con leyes de cabeza mayores a 2 ppm y en el caso del Proyecto La Zanja es de 0,079 ppm Au. Aún pasando por alto esta consideración, el consumo de insumos (zinc y reactivos) sería mayor que en el método de ADR, elevando el costo de operación. El proceso ADR fue elegido porque además de lograr una recuperación metalúrgica superior con leyes de cabeza como las del proyecto, el carbón utilizado atrapa la mayoría de metales pesados presentes en la solución rica, reduciendo la necesidad de tratamiento del agua residual del proceso. La descripción del proceso se presenta en el Capítulo 4.0.

## **9.0 Plan de Cierre Conceptual**

---

### **9.1 Introducción**

La Ley N° 28090 y su modificatoria (Ley N° 28234) establecen obligaciones y procedimientos a cumplir por los titulares mineros para la elaboración, presentación y ejecución del Plan de Cierre de Minas y la constitución de garantías ambientales respectivas. La Ley establece la presentación ante la autoridad competente del Plan de Cierre de Minas, en el plazo máximo de un año, a partir de la aprobación del EIA.

Para la elaboración de este capítulo se siguieron los lineamientos de la Guía Ambiental para el Cierre y Abandono de Minas (DGAA-MINEM, 1995) y la Guía para la Elaboración y Revisión de Planes de Cierre de Minas (Proyecto PERCAN, 2006). El Plan de Cierre para proyectos nuevos es presentado en forma conceptual como parte del EIA y el desarrollo de las diversas etapas del proyecto, obliga a su revisión periódica.

### **9.2 Objetivos del cierre**

El cierre de mina será desarrollado para lograr, entre otros, los siguientes objetivos:

- Lograr en las áreas del proyecto y obras remanentes una condición segura en el largo plazo, a fin de proteger el medio ambiente y evitar accidentes.
- Lograr que el terreno cerrado y rehabilitado, tenga una condición y uso compatible con las áreas aledañas.
- Minimizar los efectos sobre la diversidad biológica en el área del proyecto, procurando que se mantenga como hábitat para la vida silvestre, donde corresponda.

Adicionalmente, se desarrollarán criterios específicos para las instalaciones e infraestructura, utilizando dentro de lo posible, criterios homogéneos para los componentes semejantes (depósitos de desmonte de mina, depósitos de desmonte de construcción, entre otros); específicamente, se trata de:

- Asegurar la estabilidad física y química, de largo plazo, de las instalaciones remanentes (tajos, depósitos de desmonte y plataforma de lixiviación).
- Controlar la erosión mediante estructuras de drenaje apropiadas que favorezcan la estabilidad de los taludes.
- Proteger la calidad del agua y restablecer la utilidad de la tierra después del término de las operaciones.
- Limitar el acceso a las instalaciones que, tras el cierre, entrañen algún riesgo (especialmente a los tajos).

- Desmantelar las instalaciones industriales y auxiliares (planta de procesamiento, talleres, oficinas y campamentos, entre otras).
- Transferir, previa consulta, a alguna autoridad (local, regional o nacional) aquella infraestructura que pueda ser aprovechada por los pobladores.

### **9.3 Criterios de cierre**

Minera La Zanja considera que, tras la ejecución de las actividades de cierre, se dejará el sitio habiendo cumplido con los objetivos de estabilidad física y química, así como también con los objetivos de manejo ambiental y social respectivos. Este abandono técnico implica que, en principio, no se requerirán actividades de cuidado y mantenimiento adicionales luego de concluidas las actividades de cierre. Sin embargo, si durante la ejecución del proyecto o de los estudios que serán parte de la actualización del Plan de Cierre, se estableciese que el abandono técnico no es posible mediante las actividades previstas, Minera La Zanja evaluará otras alternativas que permitan alcanzar los objetivos antes señalados.

### **9.4 Actividades de cierre temporal**

En la eventualidad que las condiciones económicas, políticas o conflictos laborales obligasen al cierre temporal de la operación, se ejecutarán las medidas de cuidado y mantenimiento necesarias para proteger la salud, seguridad pública y el medio ambiente durante el período de paralización. Las actividades de cierre temporal están dirigidas, en principio, a temas de seguridad e higiene, estabilidad física y química, así como al manejo ambiental y la puesta en marcha de iniciativas en el campo social.

#### **9.4.1 Desmantelamiento de las instalaciones**

Durante un cierre temporal, los equipos móviles y estacionarios de la mina serían retirados y guardados en los talleres de mantenimiento. Para las demás instalaciones de la mina, no se consideraría su desmantelamiento. En el caso de equipos que pudieran permanecer en instalaciones cerradas, se mantendrían ahí hasta el reinicio de las actividades.

Los accesos que no tuvieran utilidad pública serían cerrados previniendo el paso de vehículos extraños al lugar. El cierre consistiría en la escarificación, nivelado y revegetación de la plataforma de los caminos y en la construcción de barreras de tierra o roca.

#### **9.4.2 Demolición, recuperación y disposición**

Durante el cierre temporal no se prevé la necesidad de demolición, recuperación ni disposición de materiales ni componentes de las instalaciones productivas ni auxiliares.

#### **9.4.3 Estabilidad física**

Debido a que las actividades de estabilización física están consideradas en el desarrollo del cierre progresivo y a que sus resultados serán monitoreados durante la etapa de operación, no sería necesario adoptar medidas distintas a las previstas para asegurar la estabilidad.

#### **9.4.4 Estabilidad química**

Al igual que en el caso de la estabilización física, las actividades de estabilización química están previstas en el cierre progresivo (ítem 9.5.4), por lo que se ejecutaría las medidas contempladas.

#### **9.4.5 Establecimiento de la forma del terreno y rehabilitación de hábitat**

Tampoco sería necesario ejecutar actividades adicionales a este respecto durante un cierre temporal, ya que éstas están consideradas en el cierre progresivo (ítem 9.5.5).

#### **9.4.6 Revegetación**

El programa continuo de recuperación de suelos y revegetación del cierre progresivo será compatible con el reinicio de las actividades mineras y a la vez flexible para ser continuado durante un eventual cierre temporal. Para esto, se determinará la superficie a trabajar y los requerimientos de nivelación y relleno; el programa de revegetación será acompañado de un programa de monitoreo que verifique los resultados alcanzados.

#### **9.4.7 Actividades sociales**

No serían necesarias actividades adicionales de cierre temporal debido a que éstas están consideradas en el cierre progresivo (ítem 9.5.7).

### **9.5 Actividades de cierre progresivo**

El cierre progresivo es un escenario que ocurre durante la etapa de operación de la mina, cuando un componente o parte de un componente de la actividad minera deja de ser útil.

Minera La Zanja pondrá en práctica el cierre progresivo de instalaciones e infraestructura, en paralelo con las operaciones.

#### **9.5.1 Desmantelamiento de las instalaciones**

Para el cierre progresivo sólo se considerará el desmantelamiento de las instalaciones que hayan quedado inactivas y que no serán usadas de nuevo.

### **9.5.2 Demolición, recuperación y disposición**

Al igual que en el caso de desmantelamiento, en el cierre progresivo sólo se considerará la demolición, recuperación y disposición de aquellas instalaciones, materiales y equipos que no serán usados de nuevo.

### **9.5.3 Estabilidad física**

Antes del cierre progresivo se evaluará y asegurará un nivel aceptable de estabilidad física de la instalación a cerrar. Entre los componentes a revisar están los taludes y cimientos de distintas instalaciones, así como instalaciones que pudieran ser afectadas por procesos erosivos. De identificarse condiciones de inestabilidad física, se pondrán en práctica las medidas del caso, como nivelación de taludes, colocación de espaldones y mejoramiento de la protección contra la erosión, entre otras.

Para reducir la generación de DAR en los depósitos de desmonte de mina, el desmonte será dispuesto en parcelas preparadas con material impermeable (arcilla) y será cubierto con arcilla o geomembrana. El cierre de los depósitos de desmonte de mina incluye su reconfiguración (taludes 2,5H: 1V), la colocación de una capa de óxidos (1 m) y de ser necesario, una capa de arcilla compactada.

### **9.5.4 Estabilidad química**

Durante la vida de la mina se actualizará permanentemente la información sobre la caracterización química de los materiales, la que incluirá información sobre su mineralogía y el balance ácido-base de los mismos. Esta información actualizada, junto con los resultados de los distintos monitoreos de calidad de agua, permitirá identificar las medidas adecuadas para garantizar la estabilidad química. Entre los aspectos cuya información debe ser actualizada durante la vida de la mina, figuran:

- La cantidad de mineral lixiviado almacenado hasta el momento del cierre.
- La cantidad de desmonte almacenado en los depósitos de desmonte al momento del cierre.
- Las cantidades de otros tipos de residuos generados y almacenados.

Finalmente, los casos que podrían presentarse son los siguientes:

- Abandono técnico del área, en el caso de no requerir tratamiento alguno.
- Cuidado pasivo, en caso que se requiera una intervención mínima para lograr la estabilización. El método a emplear será determinado de acuerdo con las condiciones

locales. Para los depósitos de desmonte se considera el encapsulamiento con una capa de óxidos (1 m) colocada durante la operación y de ser necesario, con una capa de arcilla compactada. En caso que se prevea la posibilidad de que existan en el largo plazo problemas de generación de DAR, aguas abajo del área del proyecto podría construirse un sistema de tratamiento pasivo. Para el tratamiento pasivo se usarían materiales y especies de la zona.

- Cuidado activo, en el caso que se requiera de programas de cuidado y mantenimiento post cierre a largo plazo, para lo cual se prepararía un plan de operaciones.

Entre las principales actividades que se realizarán durante el cierre progresivo para garantizar la estabilidad química y reducir el potencial de generación de drenaje ácido de roca se ha considerado la revegetación en forma paralela con la extracción de material en los tajos. Esta revegetación se efectuará sobre los bancos que queden expuestos. Esta actividad también reducirá el riesgo de erosión de los mismos.

#### **9.5.5 Establecimiento de la forma del terreno y rehabilitación de hábitat**

Se actualizará la información topográfica al momento del cierre progresivo. Se detallará la forma del terreno y se tomarán las medidas para garantizar el buen funcionamiento del sistema de drenaje. Se describirá en detalle los cambios en el relieve debidos a la actividad minera. También se actualizará la información referida a los hábitats dentro y alrededor del área del proyecto y se llevarán a cabo las actividades necesarias para que el área del proyecto sea compatible con las actividades que se realizan en sus alrededores.

#### **9.5.6 Revegetación**

El Plan de Revegetación comprende la recolonización de las áreas intervenidas por el proyecto. Tras su rehabilitación, mediante su estabilización física, química y cobertura con suelo orgánico, las actividades de revegetación se llevarán a cabo progresivamente, mientras se realicen actividades en otras áreas. El Plan de Revegetación incluirá las siguientes actividades:

- Uso de tierras: Tendrá en cuenta el uso del suelo antes del inicio de las actividades (vocación para pasturas y sostenimiento de bosque); los objetivos estarán enfocados a:
  - Rehabilitar pastizales utilizados por el ganado local.
  - Minimizar fuentes de erosión en zonas intervenidas
  - Rehabilitar las zonas de bosque intervenidas (próximas a los tajos) mediante la siembra de especies arbóreas nativas de rápido crecimiento.



- Siembra y trasplante: Antes de la siembra y trasplante de las especies elegidas, se procederá a perfilar el terreno y a colocar la capa de suelo orgánico, la cual será de 15 cm de espesor.
  - Especies propuestas: Se utilizarán especies nativas, dada su adaptación a las condiciones locales. Sin embargo, en las fases iniciales de la rehabilitación pueden emplearse, de acuerdo con las necesidades, especies foráneas de naturaleza efímera que permitan una rápida revegetación de las zonas afectadas. Las especies foráneas propuestas son: *Lolium perenne* “rye grass”, *Trifolium repens* “trébol” y *Avena sp.* “avena”. Cuando los suelos sean más estables, se efectuará una siembra mixta de *Lolium perenne* y *Dactylis glomerata*. Para las siguientes fases de rehabilitación se utilizarán especies nativas. En la Tabla 6.3, se presentan las especies que fueron elegidas preliminarmente por sus características. Se requiere un estudio más detallado para conocer su comportamiento, a fin de establecer protocolos de propagación en el área. En la Tabla 3.37, se presenta la lista de las especies de flora que poseen algún estatus especial de conservación y que serán evaluadas en cuanto a la conveniencia de incluirlas en el Plan de Revegetación.
  - Técnicas de siembra y trasplante: Para las especies forrajeras se empleará la siembra directa por voleo; en el caso de las especies nativas como *Calamagrostis tarmensis*, se empleará el trasplante desde áreas cercanas no alteradas, incluyendo raíces y yemas basales (cuando sea posible). La selección de la técnica apropiada dependerá de cada especie a ser utilizada.
  - Personal involucrado: Minera La Zanja podrá contar para tal fin con 1 ingeniero forestal o agrónomo, 1 supervisor de campo y personal local encargado de los trabajos de revegetación. Si fuera más conveniente, Minera La Zanja podrá otorgar el servicio a terceros, siempre que la empresa favorecida contrate personal local para que se encargue del trabajo de siembra y trasplante.
- Estabilización del suelo: Será necesario combinar la siembra con una o más prácticas de estabilización del suelo para asegurar su adecuada protección contra la erosión hídrica y eólica durante los primeros estadios de crecimiento. La forma predominante de estabilizar el suelo es usar junto con la siembra, una cubierta de heno o paja. Esta cubierta será esparcida inmediatamente después de la siembra a razón de 1,5 a 2,0 TM/0,4 ha. En pendientes muy empinadas, como las laderas norte de los cerros Pampa

Verde y San Pedro Sur, la cubierta de heno o paja será retenida mediante el uso de biomantas.

- Insumos y fertilizantes: Los insumos y fertilizantes se aplicarán basándose en los resultados del análisis de suelo. Estos datos serán tomados de la Línea Base Ambiental (presentada en la Sección 3.1.7). Los parámetros relevantes son: pH, conductividad eléctrica, micronutrientes, nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica.
- Irrigación: La germinación y estadios tempranos, son puntos críticos en los trabajos de revegetación. La irrigación es parte integral de la rehabilitación para asegurar el establecimiento de las plántulas, por lo que se recomienda realizar la siembra o trasplante al inicio de la época de lluvias. Se tendrá cuidado en determinar las necesidades de agua de las plantas a utilizar y las condiciones climáticas más favorables.
- Monitoreo: El monitoreo permitirá evaluar el éxito del Plan de Revegetación, ayudando a identificar áreas que requieran mantenimiento, nuevas siembras o trasplantes, también brindará información sobre los resultados obtenidos con las especies utilizadas, con las mezclas de semillas y los tratamientos de cultivo. El monitoreo permitirá, además, identificar a aquellas especies foráneas efímeras usadas para la rehabilitación con potencial para convertirse en especies invasoras.
- Mantenimiento: Se llevará a cabo en las áreas rehabilitadas, de ser necesario. Se aplicarán medidas de control de erosión, se evitará el ingreso de ganado en áreas rehabilitadas hasta por lo menos un año después de la siembra o plantación, entre otras medidas. En relación al control de plagas e invasión de maleza, las medidas a implementar dependerán del problema específico identificado.

Debido a la importancia que tendrán los tajos abiertos en cuanto a la fisonomía de la zona luego que el proyecto termine, se ha considerado pertinente incluir en el presente documento información más detallada con respecto a su revegetación durante el cierre progresivo de los mismos.

Para el caso del interior de ambos tajos, la revegetación se realizará con especies arbustivas o herbáceas nativas propias de la altitud en la que se ubiquen las áreas planas de los niveles inferiores de los tajos. La revegetación de estas áreas permitirá adicionalmente un efectivo control de la erosión y arrastre de sedimentos por la escorrentía superficial. Las áreas verticales o interrampa requieren atención especial dada su vulnerabilidad a la erosión hídrica y la dificultad para el establecimiento de vegetación. En esta zona se efectuarán pruebas con especies pioneras de rápido crecimiento, como la poacea *Chusquea sp.* “suro”. Esta especie es

de crecimiento agresivo, se afirma muy bien en el suelo y puede trepar y desarrollarse con éxito en zonas de alta pendiente.

En el caso del exterior de ambos tajos, debido a que durante la operación es posible que fragmentos de roca provenientes de las voladuras afecten áreas del bosque de neblina, durante el cierre progresivo se considerará lo siguiente:

- Para el caso de las áreas afectadas por fragmentos de roca provenientes de las voladuras, se establecerán parcelas con distintos sustratos para vegetación arbórea y arbustiva, identificando las condiciones óptimas para el arraigo de plántones de las especies mencionadas.
- Las evaluaciones sobre la revegetación en las parcelas se realizarán tanto en la época húmeda como en la época seca.
- Las especies del bosque de neblina consideradas para la revegetación de las áreas afectadas son:
  - *Miconia sp.*, *Myrcianthes sp.*, *Oreopanax*, *Chusquea* y *Weinmannia*.
  - *Nicotiana thyrsoiflora* (especie pionera para una sucesión vegetal adecuada en áreas intervenidas).
  - *Hesperomeles lanuginosa* y *Vallea stipularis* (estabilización de cárcavas y protección de cabeceras de cuencas).
- Además de las especies consideradas antes, se tendrá en cuenta a las especies del Cuadro 9.1, dada su categoría de conservación:

**Cuadro 9.1**  
**Especies adicionales consideradas para revegetación**

Nombre científico	Agencias y estatus		
	INRENA	CITES	IUCN
<i>Polylepis multijuga</i>	EN		VU
<i>Buddleja incana</i>	CR		
<i>Freziera incana</i>			VU
<i>Cyathea sp</i>		II	
<i>Ocotea sp</i>			VU*
<i>Berberis sp</i>			LR/nt*
<i>Ilex sp</i>			VU*
<i>Nectandra sp</i>			VU*
<i>Oreopanax sp</i>			VU*
<i>Podocarpus sp</i>			DD*
<i>Solanum sp</i>			LR/nt*
<i>Symplocos sp</i>			VU*
<i>Weinmannia sp</i>			VU*
<i>Lupinus sp</i>			VU*

INRENA: Instituto Nacional de Recursos Naturales

CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas

UICN: Unión Mundial para la Naturaleza

Estatus:

EN = En peligro

VU = Vulnerable

DD = Datos Deficientes

LR/nt = Bajo riesgo/cercana a una situación de peligro

II = Apéndice II

\* = Posiblemente incluida

### **9.5.7 Programas sociales**

Es posible que parte de los trabajadores puedan ser reubicados en otras operaciones mineras. Asimismo, durante el periodo de operación se pondrán en marcha programas de capacitación en ocupaciones alternativas, brindando a los trabajadores la posibilidad de generar recursos mediante la realización de actividades diferentes a la minería, proveyendo de este modo un ingreso a sus hogares. La implementación de estos programas de capacitación ha sido puesta

en práctica en diversas minas, es una opción viable ante la falta del desempleo generado con el fin de la vida de la mina.

Los programas consideran una gama de opciones en diversas actividades productivas, lo que se busca es que los participantes puedan incorporarse a una actividad distinta, y/o establecer sus propias empresas, a fin de contribuir a la canasta familiar. Entre las actividades a considerar, en principio, se tienen la agricultura, ganadería, reforestación comercial, piscicultura y el adiestramiento en diferentes oficios (panadería, carpintería, entre otros). La decisión final de los temas a tratar dependerá, tanto de lo expresado por los trabajadores, como de una evaluación de las potencialidades de la zona y de los mercados objetivo.

### **9.6 Actividades de cierre final**

Entre las actividades de cierre final se incluyen el desmantelamiento o demolición de las instalaciones, la recuperación y/o reciclaje de materiales, la disposición de equipos y la nivelación del terreno que no haya sido rehabilitado durante el cierre progresivo. A continuación se presentan las actividades de cierre final por cada infraestructura relevante.

#### **9.6.1 Tajos**

Concluidas las actividades del proyecto, los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde permanecerán y cada uno de ellos tendrá una profundidad final de 170 y 180 m y una superficie de 14 y 15 hectáreas, respectivamente. Los principales temas del cierre de los tajos son:

#### **Estabilidad física y química en el largo plazo**

La Zanja encargó a BISA el estudio de estabilidad de taludes para los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde, el cual establece las condiciones de estabilidad física de los tajos a largo plazo, considerando ángulos de talud interrampa del orden de 45° (Anexo P).

La configuración propuesta para ambos tajos parte de la geometría de las paredes del tajo al concluir la vida útil de ambos yacimientos. Para el caso del tajo San Pedro Sur, la línea base incluyó las estaciones de monitoreo B-22 y B-23, las cuales antes de llegar al nivel inferior del tajo interceptaron niveles freáticos, en tal sentido la configuración final de las paredes del tajo San Pedro Sur creará un pequeño lago o poza de aproximadamente 6 m de profundidad y 15 000 m<sup>2</sup> de superficie, cuyo llenado se calcula que tardará (Figura 9.1):

- 133 días en la condición climática de un año seco en 10 años.

- 93 días en la condición climática de un año promedio.
- 85 días en la condición climática de un año húmedo en 10 años

La geometría de las paredes del tajo Pampa Verde no permitirá la acumulación de escorrentía proveniente de ellas ni de la zona ubicada aguas arriba, por lo que no se formará un lago en este tajo (Figura 9.1). La línea base incluyó las estaciones de monitoreo PV-24 y PV-25, las cuales llegaron por debajo del nivel inferior del tajo sin interceptar niveles freáticos. Esto indica que el desagüe durante la vida operativa del tajo Pampa Verde será mínimo y permite también afirmar que en condiciones de cierre y post cierre, el agua subterránea no tendrá influencia alguna en las condiciones hidrológicas e hidroquímicas de este tajo.

Asimismo, se llevó a cabo un modelamiento geoquímico con el software PHREEQC de saturación–especiación (Water Management Consultants, 2007). Los resultados indican que las descargas de agua de ambos tajos estarán caracterizadas por un pH bajo durante las etapas de llenado inicial (tajo San Pedro Sur) y del lavado de las paredes (San Pedro Sur y Pampa Verde). Se espera que estas aguas contengan elevadas concentraciones de Cu, Fe y Hg. Una vez que predominen las condiciones de régimen permanente en los tajos, el modelamiento pronostica que el pH será el único parámetro que excederá las normas del MINEM (Anexo H-3).

A pesar que los resultados del modelo de impactos sobre la calidad de las aguas indica que las descargas provenientes de los tajos en la quebrada El Cedro tendrán un bajo impacto negativo, estos resultados se basan en un número limitado de pruebas cinéticas, por lo que dichas descargas no deberían hacerse directamente. En esta etapa del proyecto debe pensarse en métodos alternativos post cierre de manejo y tratamiento del agua de los tajos. Entre las opciones posibles se tiene:

#### Tratamiento y descarga en los tajos

Es posible que Minera La Zanja tenga que tratar las aguas provenientes de los tajos antes de su descarga al ambiente. La alternativa más apropiada sería la modificación simple con cal, elevando el pH a fin de cumplir con los estándares de emisión del Ministerio de Energía y Minas. La adición de cal induciría la precipitación de ferrihidrita, reduciendo las concentraciones de solutos a niveles que cumplan con los estándares antes mencionados. Si bien esto puede contribuir a mejorar la calidad de las aguas, el empleo de este enfoque probablemente requiera aún del efecto de dilución para bajar las concentraciones de los solutos a fin de mantenerlos dentro del rango de cumplimiento. La evaluación de la viabilidad de esta metodología requerirá de un modelamiento geoquímico más complejo.

### Tratamiento activo en el sitio

Es posible que a medida que se desarrolla el plan de minado, durante la etapa de operación, Minera La Zanja requiera contar con una planta de tratamiento activo en el sitio para manejar los caudales provenientes de los tajos y de otras instalaciones. De ser este el caso, es posible (dependiendo de la capacidad de tratamiento de la planta propuesta) que la alternativa de menor costo y menor riesgo sea canalizar los caudales de descarga de los tajos directamente a dicha planta de tratamiento (Anexo T).

### ***Seguridad de la población***

Concluido el cierre, se construirán barreras de roca en los perímetros de los tajos a fin de evitar el paso de los vehículos al lugar. Las barreras de roca estarán ubicadas a una distancia de 180 m del borde de cada tajo (distancia semejante a la máxima profundidad de los tajos). A esta distancia, las barreras de roca estarán fuera del alcance de cualquier inestabilidad potencial de las paredes del tajo. Las barreras tendrán una altura de 1,25 m de alto y una longitud de 2 000 y 1 700 m para los tajos Pampa Verde y San Pedro Sur, respectivamente. Las rocas serán excavadas y apiladas durante la vida útil de la mina, cuidando de no incluir material que tenga potencial para generación de DAR.

Se colocarán letreros de advertencia para las personas sobre el peligro de ingreso al área de los tajos, estas señales serán ubicadas cada 20 m a lo largo del perímetro de las barreras. Las especificaciones mínimas para las señales serán: 30 cm x 30 cm de lado con letras de 3,5 cm de largo. El fondo y las letras de las señales deberán de ser reflectantes para aumentar la visibilidad, dada la densa neblina presente a lo largo del año. El mensaje podría ser: “Peligro – Área Abierta y Profunda”. Se requerirán aproximadamente 180 letreros para poder señalar ambos tajos.

### ***9.6.2 Depósitos de desmonte de mina***

Los depósitos de desmonte de mina serán construidos sobre una fundación que sea suficiente para evitar asentamientos que comprometan la estabilidad de las estructuras, retirando los materiales inadecuados en las áreas donde se ubicarán las fundaciones. El grado de consolidación del material acumulado en los depósitos de desmonte de mina no es un criterio a tener en cuenta en el diseño, operación y cierre de estas estructuras debido a que la consolidación se da en el largo plazo y el proyecto tendrá una duración de cinco años.

Sólo se consideran actividades de cierre final para los depósitos de desmonte en aquellas áreas que no hayan sido rehabilitadas durante el cierre progresivo. Se espera que el área sin cerrar y rehabilitar al final de la vida de la mina sólo represente una pequeña fracción del total. Sin

embargo, al concluir las actividades de cierre final se revisarán aspectos críticos como el sistema de drenaje y el manejo de las filtraciones en los depósitos (Anexo H-1).

### **9.6.3 Pozas de solución y de eventos de tormentas**

El volumen total de las pozas es de 240 000 m<sup>3</sup> distribuido en dos pozas de operación con una capacidad conjunta de 80 000 m<sup>3</sup> y una poza de eventos de tormenta con una capacidad de 160 000 m<sup>3</sup>. Ambas pozas de operación tendrán áreas superficiales de 8 250 m<sup>2</sup> y 9 075 m<sup>2</sup>, respectivamente mientras que la superficie de la poza de eventos de tormenta será de 24 845 m<sup>2</sup>.

Las pozas de operación y de eventos de tormenta serán rehabilitadas y cubiertas con suelo orgánico. Los sedimentos y las respectivas geomembranas de las pozas de operación y eventos, serán enterrados dentro de la pila de lixiviación, antes de su cierre. El área de las pozas será reconfigurada para permitir el drenaje del agua y luego se le aplicará una capa de suelo orgánico y se procederá a revegetar con especies de la zona.

### **9.6.4 Planta de procesos**

La planta de procesos se ubicará al noreste de la plataforma de lixiviación, en un edificio de aproximadamente 7 200 m<sup>2</sup>. Su cierre contempla la recuperación de materiales y equipos, desmantelamiento de estructuras, demolición de obras civiles y nivelación del terreno. En los meses finales de operación se revisará el inventario de reactivos, los que no han sido utilizados serán devueltos a los proveedores o enviados a otros proyectos. Las instalaciones y equipos serán lavados, las estructuras de los edificios serán desmanteladas y retiradas, los pisos y sumideros serán limpiados. Los materiales obtenidos durante el desmantelamiento serán clasificados para venta, reciclaje o disposición final. Los residuos sólidos de la demolición serán dispuestos en el depósito de desmontes. Los cimientos de concreto de las estructuras serán removidos o cubiertos con suelo, según sea más conveniente, para luego nivelar el terreno.

Los aspectos relevantes considerados en el cierre de la planta ADR son:

- Potencial contaminación de suelos
- Potencial contaminación del acuífero por infiltración de sustancias químicas



Los edificios y oficinas serán desmantelados, las tuberías e instalaciones eléctricas serán clasificadas para venta o disposición final, los cimientos de concreto de las estructuras serán retirados o bien cubiertos con suelo para luego perfilar el terreno. Las tuberías enterradas pueden permanecer en el lugar, siempre que no representen riesgo o peligro alguno.

#### **9.6.5 Plataforma de lixiviación**

Una vez que el enjuague de la pila de lixiviación haya culminado, ésta será reconfigurada para lograr pendientes apropiadas para la revegetación. La pila de lixiviación será configurada para un ángulo de reposo del mineral de 2H:1V y tendrá un talud general de 2,5H:1V, con bermas de retiro de 5 m en cada capa. Los trabajos de rehabilitación consistirán en realizar trabajos de corte y relleno para lograr pendientes generales de 2,5H:1V. Una vez preparada la superficie, se colocará una capa de óxidos de 1 m de espesor, una capa de arcilla compactada de 0,5 m y una capa de suelo orgánico de 15,0 cm de espesor.

La plataforma de lixiviación será construida sobre una fundación que sea suficiente para evitar asentamientos que comprometan la estabilidad de la estructura, retirando los materiales inadecuados en el área donde se ubicará la fundación. El grado de consolidación del material acumulado en la plataforma de lixiviación no es un criterio a tener en cuenta en el diseño, operación y cierre de esta estructura debido a que la consolidación en depósitos de desmonte se da en el largo plazo y el proyecto tendrá una duración de cinco años. En el caso del material granular acumulado en la plataforma de lixiviación, la consolidación inicial se da por la compactación causada por el tránsito de los equipos de movimiento de tierras, la consolidación posterior se da en forma natural, contribuyendo a la estabilidad de estas estructuras.

#### **9.6.6 Canteras**

Las paredes de las canteras serán perfiladas de manera que presenten taludes estables durante las etapas de operación y cierre. Puesto que no se trata de material PGA, no habrá problemas de drenaje ácido. Se efectuarán monitoreos en los taludes del tajo y los canales de drenaje hasta cinco años después del cierre, para verificar las condiciones de estabilidad (Anexo W).

El plan de cierre de canteras comprende:

- Mantener las estructuras de derivación existentes aguas arriba y las características del drenaje superficial. Las pozas de sedimentos serán cubiertas con tierra del lugar y revegetadas.

- Perfilar el relieve final de las canteras rehabilitadas, dirigiendo la escorrentía hacia canales y vertederos controlados.
- Construir una cubierta sobre las superficies perturbadas (utilizando materiales disponibles localmente como arcilla, suelo orgánico y vegetación) para control de la infiltración y protección contra la erosión.

Se construirá una cubierta sobre las canteras de arcilla para:

- Reducir la infiltración por el sistema de cobertura hacia los materiales subyacentes.
- Reducir el ingreso de oxígeno desde la atmósfera hacia los materiales subyacentes.
- Reducir la migración de humedad con contenido de sales desde los materiales subyacentes hacia el suelo superficial.
- Proveer una superficie de cobertura que no sea susceptible de erosión por el viento, la nieve derretida y la escorrentía de las precipitaciones.

### ***Sistema de coberturas***

Las canteras de arcilla serán trabajadas hasta alcanzar la roca madre y las coberturas serán aplicadas sobre las superficies expuestas en dos capas, como se describe a continuación:

*Capa de base:* La capa inferior consistirá de material morrénico (con un espesor estimado de 0,3 m) y proveerá de una cubierta temporal para aplicación de la siguiente capa.

*Capa de protección contra la erosión:* Estará compuesta por materiales morrénicos gruesos y finos (con un espesor estimado de 0,2 m) y será el sustrato para el establecimiento de especies nativas.

No se ha previsto la colocación de coberturas en las canteras de material de préstamo (roca) por dos razones: (1) el ángulo de los taludes y (2) éstas se encuentran ya expuestas sin presentar problemas de generación de acidez.

### ***Plan de drenaje***

El relieve final de las canteras permitirá conducir la escorrentía superficial fuera de las crestas del terraplén, hacia la parte posterior de cada instalación, donde se encuentran los vertederos respectivos. Tanto los vertederos como las zonas de acumulación de escorrentía, contarán con revestimiento de roca a fin de soportar un evento de 24 horas con retorno de 100 años. El vertedero usado, que recibirá la descarga del canal de derivación del lado sur de las canteras, ha sido diseñado para recibir también la escorrentía superficial proveniente de la parte superior. Los vertederos descargarán la escorrentía en los cauces naturales de drenaje los

cuales, de ser necesario, tendrán revestimiento de roca en previsión de posibles incrementos de flujo.

### **9.6.7 Caminos de acceso y otras instalaciones**

Tras el cese de las operaciones y de completar las actividades de cierre, el tránsito vehicular hacia el área del proyecto será muy reducido. Se mantendrán operativas las principales vías de acceso al área del proyecto así como los caminos de acceso a las estaciones de monitoreo, instalaciones de tratamiento de agua y cualquier otra instalación a seguir siendo utilizada. Las vías secundarias que no se utilicen serán cerradas y bloqueadas mediante el levantamiento de barreras que impidan el paso de vehículos. En los caminos de acceso se instalarán letreros advirtiendo sobre el peligro de acercarse al área, principalmente a los tajos y a los depósitos de desmonte.

Los tanques de petróleo y gasolina serán vaciados, los remanentes serán vendidos o devueltos al proveedor. Se tomarán muestras de suelo alrededor de estos tanques y de los surtidores de combustible a fin de determinar posibles impactos. Los suelos afectados serán retirados y entregados a una empresa autorizada por DIGESA para su tratamiento y disposición final. Los tanques retirados podrían ser vendidos, reutilizados o dispuestos. Las instalaciones que se requieran para el monitoreo post cierre serán mantenidas, incluyendo las líneas de distribución de energía y la planta de tratamiento de aguas servidas.

Al término de las operaciones, las instalaciones de mantenimiento y talleres serán desmontadas, reutilizadas o vendidas, la loza de concreto será demolida y los escombros no contaminados serán enviados al relleno sanitario mientras que aquellos que presenten evidencias de contaminación serán dispuestos en el relleno de seguridad. Tanto la infraestructura metálica como las instalaciones de suministro de agua y energía serán removidas del lugar, sus partes serán recuperadas para una posterior utilización o dispuestas adecuadamente. Los sistemas de drenaje y de retención de grasas y sedimentos serán desmontados y retirados del lugar; los residuos de grasa y sedimentos contaminados serán dispuestos en cilindros sellados, rotulados y entregados a una empresa especializada y autorizada, para su disposición final. Finalmente, el área será nivelada, cubierta con suelo orgánico y sembrada con vegetación nativa.

Las actividades de cierre serán debidamente sustentadas antes de definir las medidas para el cierre definitivo.

### **9.6.8 Programas sociales**

El éxito de los programas sociales, en el marco de las actividades de cierre final, depende directamente de los resultados de las actividades que realizadas en forma continua. Se sabe que el principal problema en un cierre de mina es la desocupación, por lo que un adecuado programa de capacitación en actividades económicas distintas de la minería brindará las capacidades necesarias para la creación de fuentes de empleo sostenible. Es difícil que un programa social haga frente a con éxito a la desocupación generada post cierre si se inicia cuando ya las operaciones mineras terminaron, por lo que la prioridad se centra en programas sociales que se desarrollen durante el tiempo de operación de la mina o, en el peor de los casos, en los últimos años.

## **9.7 Mantenimiento y monitoreo post cierre**

### **9.7.1 Mantenimiento post cierre**

El mantenimiento post cierre está referido a las actividades a ser realizadas para prevenir o mitigar cualquier cambio negativo que pueda ocurrir tras el cierre del proyecto.

#### **9.7.1.1 Mantenimiento físico**

Como parte de estas actividades, se realizarán inspecciones a las áreas rehabilitadas a fin de detectar posibles alteraciones con respecto a las condiciones esperadas. En el caso de los tajos, no se espera reemplazar las barreras de roca propuestas debido a que sus distancias al borde de los tajos hacen muy difícil la caída del enrocado por inestabilidad de las paredes. Sin embargo, de verificarse el deterioro del enrocado, se procederá al reemplazo o reparación de los tramos afectados. Los letreros de advertencia serán reemplazados en caso de deterioro. De constatarse inestabilidad en las paredes de los tajos y expansión del perímetro de los mismos, se adoptarán las medidas del caso. En el caso de los depósitos de desmonte y la plataforma de lixiviación, se pondrán en práctica medidas que permitan garantizar su estabilidad.

#### **9.7.1.2 Mantenimiento químico**

El mantenimiento químico está directamente relacionado con la estabilidad geoquímica, la cual a su vez se encuentra estrechamente vinculada con la estabilidad física y el éxito de las actividades de revegetación, dado que estos últimos factores son los que asegurarán que el material PGA contenido en las distintos componentes de la mina, quede encapsulado y no se convierta en una fuente de DAR. De esta manera, actividades acertadas y oportunas de mantenimiento físico y biológico, redundarán en un buen mantenimiento químico de los diversos componentes rehabilitados.

### **9.7.1.3 Mantenimiento biológico**

En el caso de la flora, podría ser necesario tomar medidas de mantenimiento relacionadas con el control de la erosión y restablecer los suelos que potencialmente puedan estar siendo afectados, así como canalizar los flujos de agua que puedan estar alterando la normal colonización vegetal. De presentarse problemas para la fijación de la vegetación en las áreas recuperadas, se volverá a evaluar las condiciones del sitio para identificar los problemas existentes y luego de aplicar las medidas correctivas pertinentes, será necesaria una nueva campaña de revegetación.

Si bien se espera que la recolonización natural del área del proyecto por la fauna sea suficiente, se evaluará la posibilidad de reintroducir especies endémicas o de alta importancia para el ecosistema.

### **9.7.2 Monitoreo post cierre**

El plan de monitoreo post cierre incluirá los aspectos de estabilidad física, estabilidad química, calidad de suelos y biológicos (vegetación, fauna terrestre y acuática).

#### **9.7.2.1 Monitoreo de estabilidad física**

Estará dirigido a verificar la estabilidad de las paredes del tajo, los depósitos de desmonte y la plataforma de lixiviación, además de la integridad de las barreras alrededor de los tajos; se realizará mediante inspecciones a las estructuras.

#### **9.7.2.2 Monitoreo de estabilidad química**

Se efectuará con ayuda de piezómetros. La frecuencia será determinada a partir de la experiencia adquirida durante la etapa de operación; los parámetros a monitorear incluyen: pH, conductividad, sólidos totales disueltos, amonio, sulfato, cloro, nitrato/nitrito, cianuro WAD, metales disueltos por ICP, arsénico y mercurio. Los parámetros a monitorear serán determinados durante la etapa de operación.

Tras la implementación de las acciones de prevención y mitigación, no se espera la generación de drenaje ácido. Sin embargo, se realizará un monitoreo de calidad de agua en estaciones próximas a la pila de lixiviación y depósitos de desmonte, así como en los puntos finales de descarga de los sistemas de drenaje de cada una de las canteras (Anexo W). Esta información será importante para efectos de control, incluyendo la toma de muestras de agua en uno o más puntos en áreas no impactadas por el proyecto para efectuar comparaciones. La frecuencia para este monitoreo será determinada a partir de la experiencia obtenida durante la operación.

Los parámetros serán: pH, conductividad, sólidos totales disueltos, amonio, sulfato, nitrato/nitrito, cianuro WAD, metates disueltos por ICP, arsénico y mercurio.

Se tomarán muestras de agua en la poza que se formará en el tajo San Pedro Sur, considerando los parámetros usados para el monitoreo de aguas superficiales. Las estaciones de monitoreo para aguas subterráneas y superficiales serán determinadas en las fases finales de la operación. La ubicación y número de puntos de monitoreo, así como el uso de las estaciones ya existentes en la etapa de post cierre, serán determinados en función de los resultados obtenidos durante el cierre progresivo.

### **9.7.2.3 Monitoreo de suelos**

De ser necesario, durante la etapa de post cierre se efectuarán inspecciones y muestreos de suelos en puntos representativos de las áreas con suelos rehabilitados. Esto se hará con la finalidad de hacer un seguimiento a los efectos de las actividades de rehabilitación y verificar que los suelos hayan recuperado su calidad. Los parámetros a monitorear estarán en función del tipo de impacto que hayan sufrido los suelos rehabilitados (derrame de hidrocarburos, reactivos químicos u otros). Los resultados serán comparados con la línea base y estándares internacionales de calidad de suelo, teniendo en cuenta su capacidad de uso mayor (tierras con vocación para pasturas). La frecuencia será determinada en función de la magnitud de los impactos y de las medidas de rehabilitación aplicadas.

### **9.7.2.4 Monitoreo biológico**

#### ***Vegetación***

Se realizarán monitoreos semestrales (épocas húmeda y seca) de flora y vegetación en áreas impactadas y no impactadas (de similares características) por el proyecto. Para el efecto, se utilizarán transectos que permitirán analizar los siguientes parámetros: diversidad, cobertura y estratificación vertical. La comparación de los resultados indicará si las áreas rehabilitadas (revegetación inducida y natural) se acercan o no a lo establecido en la línea base. Asimismo, se evaluará la calidad de los pastos en las áreas rehabilitadas. Estas evaluaciones tendrán en cuenta, la capacidad de carga del área para pastoreo así como el análisis bromatológico de las especies apetecibles para el ganado.

#### ***Fauna terrestre y acuática***

Se continuará con el monitoreo semestral (época húmeda y seca) efectuado en las áreas establecidas durante la construcción y operación, registrando las mismas variables y en las mismas estaciones de monitoreo, tanto para avifauna como para organismos acuáticos (peces y bentos). De este modo se estimará, por comparación con las áreas de control, la magnitud de

los impactos ocasionados durante las etapas de construcción y operación. La información obtenida durante el cierre será comparada con los datos de línea base, construcción y operación, estimando si la diversidad y abundancia relativa de los diferentes grupos (aves y bentos) ha cambiado. Los parámetros a monitorear serán:

- Evaluación cualitativa de mamíferos: Avistamientos e indicadores de presencia tales como huellas, madrigueras, entre otros.
- Evaluación cuantitativa de avifauna: índices de diversidad y abundancia.
- Evaluación cuantitativa de organismos acuáticos: índices de diversidad y abundancia.

#### **9.7.2.5 Monitoreo social**

Se conducirá un programa de monitoreo continuo de los resultados de los programas sociales realizados, con este monitoreo se podrá analizar y evaluar el éxito en la reubicación laboral de los trabajadores que dejen de trabajar en la mina como consecuencia del cierre de ésta. El monitoreo post cierre será realizado en coordinación con la población, la cual será capacitada para tal fin.

## **10.0 Análisis Costo/Beneficio**

---

En este capítulo se presenta en forma sucinta el análisis de los costos y beneficios ambientales, sociales y económicos del proyecto, desarrollado a partir de la evaluación de los impactos (positivos y negativos) del proyecto sobre los componentes físico, biológico, socioeconómico y de interés humano.

Este análisis considera como *costo* a los impactos del proyecto que tengan una calificación negativa y considera *beneficio* a los impactos del proyecto que tengan una calificación positiva. La magnitud del impacto del proyecto sobre el ambiente puede ser expresada mediante la relación costo/beneficio, la que a su vez se obtiene mediante el análisis de los resultados de la matriz RIAM. (Tabla 5.4 a Tabla 5.6).

### **10.1 Análisis de los componentes ambientales**

Cada uno de los once componentes ambientales considerados (relieve, aire, ruido y vibraciones, suelo, agua superficial, agua subterránea, flora y vegetación, fauna silvestre, vida acuática, paisaje y aspectos arqueológicos) fue examinado para las etapas de construcción, operación, cierre y post cierre.

De acuerdo con el sistema RIAM de evaluación de impactos, la etapa de construcción (14 meses, aproximadamente), se puede definir como una etapa durante la cual gran parte de los impactos serán de magnitud de cambio negativos. El mayor costo ambiental durante esta etapa son los impactos al suelo y a la vegetación natural por la preparación del terreno para la construcción de las instalaciones del proyecto. Este costo ambiental es moderado, por la naturaleza transitoria de las actividades y por las medidas de prevención y mitigación que serán aplicadas.

En la etapa de operación la mayoría de impactos serán de magnitud de cambio negativos. Asimismo, presenta el mayor costo ambiental, en los componentes suelo, flora y vegetación, fauna silvestre y paisaje, como consecuencia de la operación de los tajos. Sin embargo, este costo ambiental es moderado debido a la relativamente corta duración de las actividades mineras (cinco años) y a las medidas de prevención y mitigación que serán aplicadas.

Al inicio de la etapa de cierre existirán impactos de magnitud de cambio negativos, que significaran pequeños costos ambientales relacionados con la calidad de aire, debidos principalmente a la maquinaria empleada para las actividades del cierre. Sin embargo, durante el post cierre los impactos serán de magnitud de mejora significativa, es decir habrá un beneficio ambiental para los componentes involucrados debido al retorno paulatino de las



áreas rehabilitadas a las condiciones registradas en la línea base o a condiciones similares. Por tanto, esta etapa se caracteriza por un beneficio ambiental moderado para el proyecto. Adicionalmente, habrán beneficios ambientales relacionados con las actividades de mejoramiento ambiental llevadas a cabo por el proyecto, como son el suministro permanente de agua a la quebrada El Cedro desde el embalse de agua en la quebrada Bramadero, la recuperación de la cobertura forestal mediante el programa de forestación y la conservación del bosque de neblina ubicado dentro del área del proyecto.

### **10.2 Análisis del componente social**

La evaluación de los impactos sociales ha establecido aquellos aspectos que podrían ser considerados como costos para la población, tanto durante la etapa de construcción como durante la operación. Sin embargo, el objetivo del proyecto es establecer planes de manejo, dirigidos a reducir sustancialmente dichos costos sociales. Entre los principales costos sociales se han previsto los siguientes:

- Cambios en las características de la población por presencia de migrantes económicos de otras localidades o regiones en busca de oportunidades laborales.
- Un aspecto crucial es la percepción de riesgo de la población asociada a la alteración de la calidad y cantidad del agua para consumo humano, este tema fue la principal preocupación durante los talleres participativos.
- La frustración de las expectativas de conseguir un trabajo en el proyecto es un impacto potencial que sería negativo.

La evaluación de los impactos sociales concluye también que el Proyecto La Zanja tendrá beneficios en la calidad de vida de las familias y en la población de la zona, tanto en la etapa de construcción como en la de operación. Entre los principales beneficios sociales se han previsto los siguientes:

- Incremento de ingresos entre los residentes de las localidades aledañas al proyecto en la etapa de construcción principalmente, pero también durante la etapa de operación. Un mayor ingreso familiar puede traer consigo una mayor inversión en salud, educación, infraestructura y actividades agropecuarias, entre otros aspectos.
- Fortalecimiento de las capacidades de la población del entorno. Quienes trabajen para el proyecto serán capacitados para el desempeño de sus actividades. La inversión del proyecto en capital humano tendrá un impacto positivo en las competencias de la población local, posibilitándoles el incursionar en otras actividades económicas.

- Mejora y mantenimiento de la infraestructura vial de importancia para los circuitos económicos y relaciones con otras localidades. La presencia del proyecto, por ejemplo, ha permitido que la cobertura del acopio de leche se amplíe, también es de esperarse una mayor participación de los productores locales en diversas actividades.
- Desarrollo de las capacidades de los gobiernos locales, lo cual es importante para generar y administrar proyectos de desarrollo, aprovechando los recursos de cada localidad.
- La inversión en infraestructura hidráulica y la capacitación para el aprovechamiento del recurso agua, permitirán mayores rendimientos en las faenas agropecuarias.

Asimismo, se prevé un beneficio a nivel nacional, regional, provincial y distrital por el pago del Impuesto a la Renta del que se desprende el canon minero y el derecho de vigencia.

### ***10.3 Resumen del análisis costo beneficio***

El proyecto generará diversos beneficios ambientales, entre los que se encuentran el embalse de agua en la quebrada Bramadero, el suministro permanente de agua a la quebrada El Cedro, el programa de forestación y la conservación del bosque de neblina ubicado dentro del área del proyecto.

La mayoría de los costos ambientales que el proyecto generará serán temporales, reversibles y circunscritos al ámbito local y alrededores. La mayoría de los costos ambientales generados serán revertidos durante la etapa de cierre. Adicionalmente, se considera que durante las etapas de construcción y operación, la implementación del Plan de Manejo Ambiental y del Plan de Contingencias aunada a la Política Ambiental de Minera La Zanja, controlará y minimizará los impactos adversos al ambiente previstos en este estudio.

Por lo expuesto en el presente capítulo, puede apreciarse que el mayor beneficio del proyecto recae en el componente social, ya que permitirá la generación de puestos de trabajo para la población local, principalmente durante la etapa de construcción, el incremento de la demanda de bienes y servicios tanto a nivel local como regional, los programas de apoyo social a las comunidades cercanas, la generación de divisas para el país y el aumento en el presupuesto a los gobiernos distritales, provinciales y regionales a través del canon minero.

## ***11.0 Proceso de Participación Ciudadana***

---

Durante la realización del Estudio de Impacto Ambiental para el Proyecto La Zanja se ha planificado y desarrollado un Proceso de Participación Ciudadana mediante el cual se ha establecido un canal de comunicación inicial entre el proyecto y el público ubicado en el área de influencia local y regional. En el desarrollo de este proceso se ha involucrado a las autoridades del nivel nacional y regional, a los organismos no gubernamentales y a la población localizada en el área de influencia del proyecto.

El Proceso de Participación Ciudadana ha sido planificado y desarrollado dentro del contexto de los siguientes antecedentes:

- La Guía de Relaciones Comunitarias desarrollada por el MINEM del Perú en el año 2001 ha ser considerada en las diferentes etapas de desarrollo de un proyecto minero-energético;
- La Resolución Ministerial N° 596-2002-EM/DM, expedida el 20 de Diciembre del 2002 y mediante la cual se aprobó el Reglamento de Consulta y Participación Ciudadana en el Procedimiento de Aprobación de los Estudios Ambientales en el Sector de Energía y Minas.

El Proceso de Participación Ciudadana se inició en mayo del 2001 y se implementó hasta noviembre de 2007, año en el que la DREM, el Instituto de Ingenieros de Minas del Perú y Minera La Zanja realizaron tres talleres informativos entre el 30 de octubre y el 14 de noviembre en los centros poblados menores de San Lorenzo y Pisit y en el caserío La Zanja. En dichos talleres se trataron temas referidos al aporte de la actividad minera en el desarrollo social y económico de las localidades. El Proceso de Participación Ciudadana implementado por Minera La Zanja ha buscado los siguientes objetivos:

- Identificar los grupos de interés. Se ha utilizado la definición de grupos de interés que se presenta en la página 10 de la Guía de Relaciones Comunitarias. Allí se les define como todos los grupos sociales (personas u organizaciones) que puedan ser impactados por el proyecto o que pueden a su vez influir sobre el proyecto ya sea impulsándolo, paralizándolo o modificándolo.
- Desarrollar una herramienta de diálogo y participación que informe de manera adecuada sobre el proyecto y sus alcances a los grupos de interés.
- Identificar los aspectos de interés y percepciones de los grupos participantes en el proceso y asociados con la implementación del proyecto.

- Evaluar durante el proceso del EIA, los aspectos de interés identificados por los grupos participantes en el proceso.
- Comunicar los resultados de la evaluación y consideraciones brindadas por el proyecto a los aspectos de interés identificados en el Proceso de Participación Ciudadana.

Finalmente, el Proceso de Participación Ciudadana ha sido integrado al proceso del EIA durante las etapas de Evaluación Ambiental y la estructuración de medidas de manejo dentro del Plan de Manejo Ambiental para el desarrollo del proyecto en sus etapas de construcción y operación.

### ***11.1 Identificación de grupos de interés en el área de influencia del proyecto***

Durante este estudio se identificaron los grupos de interés para el proyecto en base al conocimiento previo del área de influencia del proyecto y de las organizaciones locales. Para lograr una adecuada identificación de los grupos de interés para el proyecto, se realizó una tipificación de las diferentes categorías que engloban las actividades de los distintos grupos, de tal manera que se pudo delinear la estructura social en el área de influencia del proyecto. Esta tipificación por categorías permitió también, establecer una adecuada planificación y estrategias para el desarrollo de las reuniones de participación. Las categorías encontradas en el área de influencia fueron las siguientes:

- Política: correspondiente a las autoridades políticas a cargo del gobierno municipal, formado por el alcalde, regidores y también los representantes de los partidos políticos.
- Económica: correspondiente a los diferentes agentes productivos particulares u organizados en gremios, como productores, comerciantes, pescadores, industriales, servicio de transporte, otros.
- Administración pública: correspondiente a los funcionarios estatales encargados de las funciones de seguridad (policía), educación y salud.
- Organizaciones privadas: correspondiente a los encargados de servicios privados como banca, telefonía, transporte, instituciones educativas, entre otros.
- Medios de comunicación: correspondiente a propietarios, directores y representantes de radiodifusoras, canales de televisión y prensa escrita local.
- Organizaciones sociales de base: correspondiente a los representantes de grupos sociales que se organizan en torno a diversos temas, como junta de regantes, asociaciones de vecinos, clubes de madres, comité de vaso de leche, comedores populares, otros.

- ONG: correspondiente a las organizaciones no gubernamentales que se forman en torno a diferentes temas como educación, salud, medio ambiente y otros.
- Religiosa: correspondiente a los representantes de los diferentes cultos religiosos.

A continuación se presenta un cuadro con las categorías por sector y la justificación de su elección como grupos de interés.

**Cuadro 11.1**  
**Grupos de interés según sector de actividad**

<b>Categoría</b>	<b>Sector de actividad/regional y local</b>	<b>Fundamento para su elección</b>
1. Política	Gobierno Nacional: MINEM, DGAA, DREM; DIGESA, INRENA. Gobierno Municipal: Alcalde, regidores, alcalde delegado, agente municipal	Responsable de la aprobación del EIA Autoridad local, responsables de los planes de desarrollo y de las estrategias políticas en el ámbito local
2. Económica	Productores agrarios Productores ganaderos Explotadores formales de madera Explotadores clandestinos de madera. Artesanas del tejido a telar Juntas de Regantes	Responsables de la producción agrícola, pecuaria y artesanal. Cuidado y preservación de los bosques.
3. Administración Pública	Directores y profesores de escuelas primarias. Personal de salud de centros médicos.	Líderes de opinión Apoyo para el cuidado de la salud de la población.
4. Organizaciones de base	Dirigentes y miembros de las Rondas Campesinas. Dirigentes y miembros de los Comités de Vaso de Leche Dirigentes y miembros de los Clubes de Madres.	Líderes de opinión y encargados del orden público en las localidades. Responsables de programa de complementación alimentaria de niños menores. Organizaciones que aglutinan a mujeres.

Finalmente, de acuerdo con las categorías y criterios de elegibilidad anteriormente descritos, se identificaron los siguientes grupos de interés en el área de influencia del proyecto:

#### ***11.1.1 Grupos de interés local***

Comprenden a todas aquellas personas u organizaciones que podrían ser afectadas de manera directa por alguna actividad del proyecto o que podrían interactuar de manera opuesta a la implementación del mismo.

El área de afectación directa se refiere al espacio geográfico en donde se ubican elementos físicos, biológicos o socioeconómicos que interactúan con cualquiera de las actividades de implementación del proyecto. Se ha considerado como área de afectación directa a los distritos de Calquis y Tongod en la provincia de San Miguel y los distritos de Pulán y Catache en la provincia de Santa Cruz de Suchabamba. Entre los grupos de interés local, están los gobiernos locales, las organizaciones políticas, sociales, económicas y otras.

#### ***11.1.2 Grupos de interés regional***

Comprenden a aquellas personas u organizaciones que perciben de manera indirecta algunos efectos derivados de la implementación del proyecto y que también pueden interactuar de manera opuesta a la implementación del mismo. Se considera en esta categoría a las provincias de Cajamarca, Santa Cruz de Suchabamba y San Miguel. También al distrito y a la Comisión de Regantes de Chongoyape, en la provincia de Chiclayo. Asimismo se considera a la Junta de Usuarios de Riego del valle del río Chancay, en Lambayeque. Entre los grupos de interés regional se encuentran también los pobladores de las provincias señaladas.

#### ***11.1.3 Grupos de interés nacionales***

Constituidos por las entidades del gobierno nacional relacionadas con la aprobación de las actividades del proyecto y fiscalización del mismo, tales como el MINEM - Dirección General del Asuntos Ambientales Energéticos (DGAAE), INRENA, Ministerio de Salud – Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA).

También han sido consideradas las organizaciones no gubernamentales y sociales y las instituciones activistas que realizan campañas para la no implementación de proyectos mineros. En esta categoría también se encuentran las iglesias católica y evangélica, que influyen en la población para la aprobación o desaprobación de los proyectos mineros.

#### ***11.2 Plan de participación previa***

Se diseñó un Plan de Participación Previa en base a las siguientes consideraciones:

- Las características de los grupos de interés identificados para el proyecto.
- Las estrategias de comunicación que se requerían para transmitir la información a los grupos de interés identificados.
- Los lugares y los momentos adecuados para realizar las reuniones con los diferentes grupos tanto de manera colectiva como de manera individual, dependiendo de las características de los grupos.
- Las estrategias de convocatoria requeridas para la realización de las reuniones.
- El contenido, estructura y manejo de cada una de las reuniones previstas con los grupos.

El Plan de Participación Previa ha tenido cuatro momentos hasta la fecha:

- Reuniones informativas anteriores al inicio de los estudios ambientales en las zonas de influencia del proyecto, las cuales fueron dirigidas a la ciudadanía y se le informó sobre sus derechos y deberes ciudadanos, la legislación ambiental y las nuevas tecnologías a desarrollar en el proyecto. Estas reuniones fueron convocadas por el Proyecto La Zanja y se realizaron en los años 2001 y 2003.
- Talleres participativos de difusión de información sobre el proyecto, presentación de los avances del EIA y del marco jurídico aplicable. Dichos talleres fueron realizados en las localidades del entorno del proyecto y contaron con la presencia de representantes de la DREM Cajamarca, quienes convocaron la reunión, de Golder Associates Perú S.A. y de Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. Asimismo, se recogieron las percepciones y las principales preocupaciones y expectativas de la población con respecto a la actividad del proyecto. En base a esta información se estructuraron los talleres participativos. Esta etapa se llevó a cabo entre enero y marzo de 2004.
- Talleres informativos donde se trataron temas referidos al aporte de la actividad minera en el desarrollo social y económico de las localidades. Dichos talleres se realizaron en los centros poblados menores de San Lorenzo y Pisit y en el caserío La Zanja por la DREM, el Instituto de Ingenieros de Minas del Perú y Minera La Zanja. Estos tres talleres se llevaron a cabo entre el 30 de octubre y el 14 de noviembre de 2007.
- Talleres Informativos Previos durante la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Minero La Zanja, convocados por la DREM Cajamarca. Las empresas consultoras Knight Piésold Consultores S.A., Water Management Consultants S.A. y Golder Associates Perú S.A. presentaron los principales resultados

del Estudio de Impacto Ambiental, a solicitud de Minera La Zanja S.R.L. Estos talleres se realizaron en el caserío La Zanja y en el centro poblado menor de Pisit los días 12 y 13 de diciembre de 2007.

### **11.2.1 Reuniones anteriores al inicio de los estudios ambientales**

El contenido y estructura de las rondas de reuniones efectuadas de acuerdo con el Plan de Participación Previa, se describe a continuación:

En el transcurso del 2001 y del 2003, el Proyecto La Zanja convocó a las poblaciones del entorno a reuniones anteriores al inicio de los estudios ambientales. Estas reuniones tuvieron como objetivos brindar información a las poblaciones del entorno sobre el proyecto, sobre la actividad minera, el medio ambiente, los derechos ciudadanos y el desarrollo nacional y sobre las relaciones entre las empresas mineras y las comunidades. Asimismo, estas reuniones permitieron recoger las percepciones de las localidades con respecto a la actividad minera y determinar los principales grupos de interés existentes.

En el año 2001 se realizaron reuniones en las localidades de San Lorenzo Alto, San Lorenzo Bajo, Gordillos, Pisit y La Zanja. Asimismo, se realizaron seis talleres sobre minería y medio ambiente en las localidades de Pulán, el Molino, El Cedro, Vista Alegre, La Zanja y San Lorenzo. Se trataron los siguientes temas:

- Minería responsable y protección del medio ambiente
- Posibilidades de desarrollo local sostenible
- Actores e instituciones y sus responsabilidades específicas
- Formas de cooperación en el control ambiental
- La responsabilidad social de la empresa.
- Participaron autoridades y pobladores en general.

En el transcurso del año 2003 se planificaron talleres y reuniones para pobladores, docentes y alumnos sobre temas referidos a la actividad minera y a los potenciales impactos favorables y adversos en el entorno y en el medio ambiente. Asimismo, se realizaron visitas a las localidades para presentar la información y la propuesta institucional sobre Conservación y Desarrollo Sostenible para la zona. En los talleres participaron autoridades locales y pobladores de las localidades. Adicionalmente, se realizaron talleres con los alumnos y docentes del Instituto Superior Pedagógico Alfonso Barrantes y docentes de los Centros Educativos de San Miguel. Durante el 2003 se realizaron las siguientes actividades:



- Charlas de difusión minera en las Comunidades de Pisit, San Lorenzo Alto, La Zanja y Gordillos.
- Taller “Minería, Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible” en los distritos de San Miguel y de Santa Cruz de Succhabamba.

Asimismo, se realizaron reuniones informativas sobre conservación y desarrollo sostenible en Pulán, La Palma, Vista Alegre, El Cedro y La Zanja.

### ***11.2.2 Talleres participativos sobre el proyecto y sobre el EIA***

En los talleres participativos, el objetivo fue informar a los grupos de interés sobre el proyecto y sus características, la entidad responsable de la ejecución del proyecto, el estado de avance de los trabajos de exploración, los deberes y derechos de los ciudadanos con relación a la actividad minera, el Estudio de Impacto Ambiental y el proceso de participación ciudadana. En cada uno de los talleres se recogieron las impresiones, inquietudes y expectativas de los participantes.

Los talleres se realizaron entre los meses de febrero y marzo en las localidades de: Gordillos, Pisit, La Zanja, Agomayo, Pulán y San Lorenzo. Dichos talleres fueron coordinados con el Director de la DREM Cajamarca y contaron con la participación de funcionarios de la DREM, del Proyecto La Zanja y de Golder.

Previamente a los talleres, los representantes del Proyecto La Zanja y de Golder realizaron coordinaciones con la DGAAM del MINEM, a fin de coordinar con respecto al contenido de las exposiciones, los lugares en los que se realizarían y la convocatoria de los mismos. La DREM Cajamarca convocó a los talleres participativos, siendo las invitaciones firmadas por el Director Regional y entregadas con anticipación a la población de los lugares escogidos. Las reuniones se estructuraron de la siguiente manera:

*Primera Parte:* Presentaciones por los representantes de la DREM, del Proyecto La Zanja y de Golder. Esta parte tuvo para cada caso una duración aproximada de 20 minutos. Cada una de las instituciones elaboró ayudas audiovisuales para favorecer la comprensión de la exposición. Sin embargo, por recomendación tanto de los funcionarios de la DREM como del personal del Proyecto La Zanja, las ayudas audiovisuales no fueron utilizadas.

*Segunda Parte:* intervención de los participantes a través de preguntas y opiniones. Las preguntas fueron absueltas por los representantes de las tres instituciones: DREM, Proyecto

La Zanja y Golder. Esta parte tuvo una duración variable en cada uno de los lugares donde se realizaron los talleres participativos, en función del número de preguntas realizadas.

Salvo para la primera reunión, para las cinco restantes se acordó con los participantes la elaboración de un acta sobre el desarrollo de la reunión. En todos los casos, a solicitud del director de la DREM, el acta fue escrita por las representantes de Golder. El Acta fue leída una vez finalizada la reunión y firmada por los asistentes que tuvieron a bien hacerlo. En el Anexo 7 del Anexo N del presente EIA, se adjuntan copias de las actas elaboradas. Todos los talleres en esta etapa tuvieron un registro de audio y fotográfico y en cuatro de ellos se hizo un registro audiovisual.

### **11.2.3 Material de presentación**

En las reuniones anteriores al inicio de los estudios ambientales, se prepararon ayudas visuales con diapositivas, las mismas que se adjuntan en el anexo 7 del Anexo N del presente EIA.

Cada una de las instituciones preparó material audiovisual de apoyo a fin de facilitar la comprensión de los contenidos. Tanto el personal de Golder como el personal del Proyecto La Zanja revisaron juntos el contenido de sus respectivas presentaciones hasta en tres reuniones, con el objetivo de garantizar claridad en la exposición de los temas. En el anexo 7 del Anexo N del presente EIA, se adjuntan copias de las presentaciones.

### **11.2.4 Identificación de temas claves**

Los temas de interés surgidos en las distintas reuniones llevadas a cabo en los talleres participativos se agruparon de acuerdo con las siguientes categorías:

- Medio Ambiente
- Empleo y trabajo.
- Carreteras.
- Monitoreo y fiscalización.

Estos temas claves contienen más de un significado y cada acepción es un aspecto relacionado con los intereses de la población que expresa las inseguridades y esperanzas de los grupos de interés. A continuación se presenta cada tema clave con aspectos de interés específicos y las categorías sociales que abordaron el tema.

**Cuadro 11.2**

**Temas clave según aspecto e interés específico y categoría social**

<b>Tema clave</b>	<b>Aspecto e interés específico</b>	<b>Categorías sociales que abordaron el tema</b>
Medio Ambiente	Control de contaminación del agua. Control de contaminación del aire. Efectos en el agua, la flora y la fauna.	Dirigentes e integrantes de Rondas Campesinas. Pobladores. Autoridades
Trabajo	Contratación de mano de obra a nivel local. Contratación de mando de obra poco calificada a nivel local Pago de acuerdo con el costo de vida.	Pobladores Autoridades
Carreteras	Pedido de construcción de carreteras.	Pobladores Autoridades
Monitoreo y Fiscalización	Desconfianza de instituciones responsables del monitoreo	Autoridades

### ***11.3 Desarrollo de las reuniones anteriores al inicio de los estudios ambientales***

#### ***11.3.1 Reuniones realizadas durante el año 2001 y 2003***

Durante los años 2001 y 2003, se realizó un total de 6 reuniones con las poblaciones y autoridades de las localidades del entorno del Proyecto La Zanja en el 2001 y 6 reuniones en el 2003. A continuación se muestra un cuadro resumen de esta etapa.

**Cuadro 11.3**  
**Resumen de reuniones anteriores al EIA**

<b>Reunión</b>	<b>Grupo</b>	<b>Fecha</b>	<b>Hora</b>	<b>Nº Part</b>	<b>Lugar/participantes</b>	<b>Principales preocupaciones</b>
<b>Reuniones 2001</b>						
1ra.	Autoridades y población	23/10/01		34	Pulán, La Portada	Contaminación Información continua a la población. Desconfianza frente a proyectos mineros.
2da.	Autoridades y población	24/10/01		26	El Molino-La Palma y Yerba Buena	
3ra.	Autoridades y Población	25/10/01		14	El Cedro, Pampa del Suro y San Pedro	
4ta.	Autoridades y Población	26/10/01		36	Vista Alegre, El Roble y Peña Blanca	
5ta.	Autoridades y Población	28/10/01		24	La Zanja	
6ta.	Autoridades y Población	13/11/01		31	San Lorenzo	
<b>Reuniones 2003</b>						
1ra	Autoridades y población	05/05/03	4:00 PM	50	Pisit	Mayor cantidad de charlas y difusión sobre el tema de exploración y contaminación ambiental
2da	Autoridades y población	06/05/03	10:00 AM	40	Gordillos	Temor a la contaminación de la zona. Incertidumbre sobre las mejoras en sus formas de vida.

**Cuadro 11.3 (Cont.)  
Resumen de reuniones anteriores al EIA**

<b>Reunión</b>	<b>Grupo</b>	<b>Fecha</b>	<b>Hora</b>	<b>Nº Part</b>	<b>Lugar/participantes</b>	<b>Principales preocupaciones</b>
3ra	Autoridades y población	07/05/03	10:00 AM		San Lorenzo Alto	Actitud favorable al proyecto
4ta	Autoridades y población	07/05/03	3:PM	30	La Zanja	Referente al uso de las tierras de la mina
5ta	Profesores y alumnos del Instituto Superior Pedagógico “Alfonso Barrantes Lingán” y de Centros Educativos de San Miguel	08 al 13/05/03		200	Distrito de San Miguel	Ambiente y seguridad
6ta	Profesores y alumnos del Instituto Superior Pedagógico de Santa Cruz de Succhabamba.	21 al 25/07/03		320	Santa Cruz	Temor a la contaminación ambiental

En el Anexo 7 del Anexo N del presente EIA (Informe de Programa de Difusión Minera Desarrollado en Poblaciones Aledañas al Proyecto La Zanja), se presenta el detalle de cada una de las reuniones realizadas tanto en el 2001 como en el 2003. Asimismo, se adjuntan fotografías del entorno.

***Primera a sexta reuniones de 2001***

Las primeras seis reuniones anteriores al EIA se realizaron en las localidades de Pulán, La Portada, El Molino, La Palma, Yerba Buena, El Cedro, Pampa del Suro, San Pedro, Vista Alegre, El Roble, Peña Blanca, La Zanja y San Lorenzo, con un total de 165 participantes, entre autoridades y pobladores en general.

Se hizo una presentación sobre la actividad minera, desarrollo sostenible, deberes y derechos de los ciudadanos y la responsabilidad social de la empresa. La Consultora Pleno fue contratada por el Proyecto La Zanja para la realización de los talleres.

Información adicional sobre el Informe de Programa de Difusión Minera Desarrollado en Poblaciones Aledañas al Proyecto La Zanja, se ha incluido en el Anexo A del anexo 7 del Anexo N del presente EIA

### ***Primera a cuarta reuniones de 2003***

Las reuniones se realizaron en las localidades de Pisit, San Lorenzo Alto, La Zanja y en Gordillos. El objetivo fue difundir los diferentes aspectos de la actividad minera a fin de informar adecuadamente a los pobladores y autoridades.

Información adicional sobre las presentaciones “Minería, las exploraciones, el cuidado ambiental y el Desarrollo Nacional” y “Taller Medio Ambiente” se ha incluido en el Anexo 7 del Anexo N del presente EIA

### ***Quinta y sexta reuniones de 2003***

La quinta y sexta reunión fueron talleres dirigidos a docentes y alumnos de los Institutos Superiores Pedagógicos de los distritos de San Miguel y Santa Cruz de Suchabamba. La DREM y la Dirección Regional de Educación entregaron una certificación de la participación en el taller. Los talleres fueron coordinados con ambas direcciones regionales, habiendo participado el Director Regional, ingenieros Hernán Flores y el ingeniero Demetrio Alcántara.

### ***11.4 Desarrollo de las reuniones sobre el proyecto y el EIA***

Los talleres participativos, informativos sobre el proyecto y sobre el EIA se iniciaron el día 9 de febrero y culminaron el 14 de marzo de 2004, en 6 localidades del entorno del Proyecto La Zanja, localizadas en las provincias de San Miguel y Santa Cruz de Suchabamba, del departamento de Cajamarca.

Se realizaron un total de 6 reuniones con los diferentes grupos de interés y se siguió con la estrategia diseñada y planificada descrita anteriormente. A continuación, se muestran dos cuadros resumen de las reuniones sostenidas tanto con las autoridades del MINEM, como con funcionarios del proyecto y de los talleres participativos realizados.

**Cuadro 11.4**  
**Lista resumen de reuniones realizadas con autoridades nacionales y locales**

<b>Fecha</b>	<b>Entidad</b>	<b>Representante</b>	<b>Tema tratado</b>
14 de enero de 2004	Dirección General de Energía y Minas Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. (CMB) Golder	Luis Alberto Sánchez, Asesor del Director Jorge Falla María Julia Ubillús	Proceso de preparación de los Talleres Participativos
	Dirección General de Energía y Minas CMB	Luis Alberto Sánchez, Asesor del Director Jorge Falla Juan Zumarán	Proceso de preparación de los Talleres Participativos
19 de enero de 2004	CMB Golder	Luis de la Cruz, Coordinador del Proyecto La Zanja Mario Palla Manuel Villanueva Jorge Falla María Julia Ubillús Ana T. Zimmermann	Preparación de Presentación de los Talleres Participativos
26 de enero de 2004	CMB Golder	Luis de La Cruz, Coordinador del Proyecto La Zanja Manuel Villanueva Jorge Falla María Julia Ubillús Ana T. Zimmermann	Preparación de Presentación de los Talleres Participativos
6 de febrero de 2004	CMB Golder	Jorge Falla María Julia Ubillús Ana T. Zimmermann Paloma Rodrigo Fernando Medina René Lozada	Preparación de Presentación de los Talleres Participativos

**Cuadro 11.5**  
**Resumen de reuniones realizadas**

<b>Reunión</b>	<b>Grupo</b>	<b>Fecha</b>	<b>Hora</b>	<b>Nº Part.</b>	<b>Lugar</b>	<b>Principales preocupaciones</b>
1ra.	Autoridades y población	09/02/04	09:00 – 11:00	18	Caserío de Gordillos, distrito de Calquis, provincia de San Miguel	Temor a la contaminación asociada a los proyectos mineros
2da.	Autoridades y población	09/02/04	16:15 – 17:50	20	Centro poblado menor de Pisit, distrito de Tongod, provincia de San Miguel, departamento de Cajamarca.	Temor a la contaminación asociada a proyectos mineros.
3ra.	Autoridades y población	11/02/04	09:10 – 11:00	12	Caserío La Zanja, Distrito de Pulán, Provincia de Santa Cruz de Suchabamba	Temor a contaminación del agua. Desconfianza de las instituciones que fiscalizan a empresas mineras. Temor a aparición de robos, corrupción y prostitución.
4ta.	Autoridades y población	11/02/04	14:10 – 14:55	13	Caserío Agomayo, distrito de Catache, provincia de Santa Cruz de Suchabamba	Preocupación a posible contaminación del agua
5ta.	Autoridades y población	18/02/04	09:30 – 12:05	50	Distrito de Pulán, provincia de Santa Cruz de Suchabamba	Oposición al inicio del proyecto por temor a destrucción y contaminación asociadas a actividades mineras.



**Cuadro 11.5 (Cont.)**  
**Resumen de reuniones realizadas**

<b>Reunión</b>	<b>Grupo</b>	<b>Fecha</b>	<b>Hora</b>	<b>Nº Part.</b>	<b>Lugar</b>	<b>Principales preocupaciones</b>
6ta.	Autoridades y población	14/03/04	14:15 – 15:30	16	Centro poblado menor de San Lorenzo, distrito de Calquis, provincia de San Miguel	Actitud favorable al proyecto

### ***Primera reunión***

La primera reunión se llevó a cabo el día 14 de enero de 2004 en las oficinas de la DGAAM (MINEM), con la asistencia de los ingenieros Luis Alberto Sánchez, Asesor del Director, y Jorge Falla del Proyecto La Zanja, así como de la antropóloga María Julia Ubillús, de Golder. La reunión tuvo como objetivo coordinar las acciones con los representantes de la DGAAM para la realización de los talleres participativos, de acuerdo con lo establecido por el Reglamento de Consulta y Participación Ciudadana en el Procedimiento de Aprobación de los Estudios Ambientales en el Sector de Energía y Minas. La reunión duró aproximadamente una hora.

### ***Segunda reunión***

La segunda reunión se llevó a cabo en las oficinas de la DGAAM y asistieron los ingenieros Luis Alberto Sánchez, asesor del Director de la DGAAM, así como Jorge Falla del Proyecto La Zanja. El objetivo fue continuar con la coordinación para la realización de los Talleres Participativos, en el marco de la elaboración del EIA del Proyecto La Zanja.

### ***Tercera reunión***

La tercera reunión se llevó a cabo el día 19 de enero de 2004 en las oficinas de CMB, y contó con la presencia de los ingenieros Luis de la Cruz, coordinador del Proyecto La Zanja, Jorge Falla y Juan Zumarán, representantes de CMB; Manuel Villanueva, representante de la consultora BISA y de las antropólogas de Golder, María Julia Ubillús y Ana Teresa Zimmermann. El objetivo de la reunión fue establecer la metodología para el desarrollo de los talleres participativos y revisar la presentación elaborada por Golder. Se realizaron observaciones al lenguaje y secuencia de la presentación. Se constató que el lenguaje de presentación fuera culturalmente adecuado. La duración de esta reunión fue de 1 hora.

#### ***Cuarta reunión***

La cuarta reunión se llevó a cabo en las oficinas de CMB y contó con la presencia de los ingenieros Luis de la Cruz, coordinador del Proyecto La Zanja, ingenieros Mario Palla, encargado de Medio Ambiente de CMB; Jorge Falla de CMB, Manuel Villanueva, representante de la consultora BISA. Participaron también las antropólogas de Golder María Julia Ubillús y Ana Teresa Zimmermann. El objetivo de la reunión fue revisar la presentación de Golder corregida y realizar las últimas correcciones. La duración de la reunión fue de 1 hora y la citada presentación se incluye en el Anexo 7 del Anexo N del presente EIA

#### ***Quinta reunión***

La quinta reunión se realizó en las oficinas de Golder y contó con la presencia del ingeniero Jorge Falla de CMB, el biólogo René Lozada, el ingeniero Fernando Medina y las antropólogas María Julia Ubillús, Ana Teresa Zimmermann y Paloma Rodrigo de Golder. El objetivo fue revisar la presentación preparada por CMB y hacer sugerencias. Se elaboraron sugerencias y recomendaciones. La duración de la reunión fue de 1 hora y la citada presentación se incluye en el Anexo 7 del Anexo N del presente EIA.

#### ***Sexta reunión***

La sexta reunión se llevó a cabo el día 9 de febrero de 2004 en el local del club de madres del caserío de Gordillos, distrito de Calquis, provincia de San Miguel, departamento de Cajamarca. Dicha fecha fue acordada previamente por el Proyecto La Zanja con la población. Fueron invitadas las autoridades y dirigentes del lugar, así como los pobladores en general. Asistieron 18 participantes del caserío de Gordillos. Los representantes de la DREM, de CMB y de Golder hicieron sus respectivas presentaciones, de acuerdo con lo programado, sin utilizar las ayudas audiovisuales por recomendación tanto de los funcionarios de la DREM como del personal de CMB, por motivos de retraso en las presentaciones.

Se dio paso a la ronda de preguntas. El señor Miguel Suárez, ex presidente de la Ronda Campesina de Gordillos, fue prácticamente el único que hizo uso de la palabra, expresando preocupación y temor frente a la posibilidad de contaminación que las actividades de un proyecto minero producirían en el entorno. Las preocupaciones fueron respondidas por los representantes de la DREM, de CMB y de Golder, haciendo énfasis en que la función de la DREM es vigilar y monitorear los impactos de los proyectos mineros. La duración de la reunión fue de 2 horas e información adicional sobre el taller participativo se puede apreciar en el Anexo 7 del Anexo N del presente EIA.

### ***Séptima reunión***

La séptima reunión se realizó el 9 de febrero de 2004 en el centro poblado menor de Pisit, distrito de Tongod, provincia de San Miguel, departamento de Cajamarca. Se realizó en el salón comunal con la presencia de 20 personas de la localidad, entre autoridades y pobladores. En esta reunión estuvieron presentes los representantes del Proyecto La Zanja y de Golder, más no los de la DREM quienes no pudieron asistir por tener asuntos que atender en la ciudad de Cajamarca. Sin embargo, ratificaron la validez del taller como parte del Proceso de Participación Ciudadana.

Las preguntas realizadas, en su mayoría por autoridades del centro poblado, expresaron el temor a la contaminación asociada a los proyectos mineros, información recogida básicamente a través de programas radiales. La reunión tuvo una duración de 1 hora y 35 minutos e información adicional sobre el taller participativo se puede apreciar en el Anexo 7 del Anexo N del presente EIA.

### ***Octava reunión***

La octava reunión se realizó el 11 de febrero de 2004 en el local de la escuela del caserío La Zanja, distrito de Pulán, provincia de Santa Cruz de Suchabamba, departamento de Cajamarca. A ella asistieron 12 personas entre autoridades y pobladores en general. Luego de las tres presentaciones realizadas por los representantes de la DREM, del Proyecto La Zanja y de Golder, se dio paso a las preguntas y observaciones.

La mayor parte de los participantes hizo uso de la palabra para manifestar su temor a la contaminación del agua en caso que se llegara a implementar el proyecto minero. Asimismo, señalaron su desconfianza con respecto a las instituciones que fiscalizan a las empresas mineras. De otro lado, dieron a conocer su preocupación sobre la aparición de problemas sociales como robo, prostitución y corrupción en el caso que el proyecto se ejecutara. Al igual que en las reuniones anteriores, los representantes de la DREM, del Proyecto La Zanja y de Golder atendieron las preocupaciones de la población. La duración de la reunión fue de 1 hora y 50 minutos e información adicional sobre el taller participativo se puede apreciar en el Anexo 7 del Anexo N del presente EIA.

### ***Novena reunión***

La novena reunión se realizó el 11 de febrero de 2004 en el local comunal del caserío Agomayo, distrito de Catache, provincia de Santa Cruz de Suchabamba. Asistieron 13 personas entre autoridades y público en general. Los representantes de la DREM, de CMB y

de Golder hicieron sus respectivas presentaciones luego de lo cual se dio paso a las preguntas y comentarios de la población. Hubo poca participación de los asistentes, siendo la única pregunta aquella referida a las medidas que tomaría el proyecto para prevenir la contaminación de las aguas. La duración de la reunión fue de 45 minutos e información adicional sobre el taller participativo se puede apreciar en el Anexo 7 del Anexo N del presente EIA.

### ***Décima reunión***

La décima reunión se realizó el día 18 de febrero de 2004 en el local municipal del distrito de Pulán, provincia de Santa Cruz de Succhabamba, departamento de Cajamarca. Asistieron 50 personas entre autoridades y público en general. La mayor parte de ellos eran integrantes de las rondas campesinas. Por recomendación de la DREM, la única exposición sería la del MINEM y luego se daría paso a las preguntas, las mismas que serían atendidas por los representantes de CMB y de Golder, de acuerdo con la pertinencia.

Una gran parte de los asistentes hizo uso de la palabra para expresar su rechazo al inicio del proyecto minero por asociarlo con destrucción y contaminación. Al ser Pulán una zona dedicada a las actividades agrícolas principalmente, ven amenazada su supervivencia en caso que el agua se viera contaminada. La reunión duró 2 horas y 35 minutos e información adicional sobre el taller participativo se puede apreciar en el Anexo 7 del Anexo N del presente EIA.

### ***Décimo primera reunión***

La décimo primera reunión se realizó el 14 de marzo de 2004 en el centro poblado menor de San Lorenzo, distrito de Calquis, provincia de San Miguel, departamento de Cajamarca. Participaron 16 personas entre autoridades locales y público en general. La reunión se realizó, a sugerencia del Director de la DREM, en la plazoleta ubicada al frente de la escuela y de la posta médica del lugar. Se hicieron las presentaciones respectivas a cargo de los representantes de la DREM, de CMB y de Golder, luego de lo cual se dio paso a las preguntas y comentarios.

No hubo preguntas sino más bien comentarios favorables al inicio del proyecto ya que ello traería beneficios a la población, por la percepción de que el proyecto contribuiría con la mejora de la infraestructura de las localidades: postas, escuelas, carreteras. La reunión tuvo una duración de 1 hora y 15 minutos e información adicional sobre el taller participativo se puede apreciar en el Anexo 7 del Anexo N del presente EIA.

### **11.5 Talleres informativos**

La DREM, el Instituto de Ingenieros de Minas del Perú y el Proyecto La Zanja realizaron tres talleres informativos entre el 30 de octubre y el 14 de noviembre de 2007 en los centros poblados menores de San Lorenzo y Pisit y en el caserío La Zanja. Se trataron temas referidos al aporte de la actividad minera en el desarrollo social y económico de las localidades (Anexo 7 K del Anexo N del presente EIA).

### **11.6 Talleres informativos previos durante la elaboración del EIA**

La DREM convocó a las autoridades y población en general del caserío la Zanja y el centro poblado menor de Pisit, a los Talleres Informativos Previos durante la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Minero La Zanja. Los talleres se realizaron los días 12 y 13 de diciembre de 2007, en el centro multiusos La Zanja y en el local comunal del centro poblado de Pisit respectivamente.

#### ***Taller en caserío La Zanja***

El taller se realizó el 12 de diciembre de 2007 en el caserío La Zanja, distrito Tongod, provincia de Santa Cruz, departamento de Cajamarca. Participaron 66 personas entre autoridades locales y público en general. La reunión fue convocada por el Director de la DREM, en el local multiusos del caserío. Se hizo la presentación de los avances del EIA a cargo de los representantes de Knight Piésold, Water Management Consultants y de Golder Associates, luego de lo cual se dio paso a las preguntas y comentarios.

Hubo preguntas en torno al proyecto, la contratación de mano de obra local, el plan de manejo ambiental y el proceso de cierre. La reunión tuvo una duración de 2 horas con 50 minutos. Información adicional sobre el taller participativo se puede apreciar en el Anexo 7 del Anexo N del presente EIA.

#### ***Taller en el centro poblado menor Pisit***

El taller se realizó el 13 de diciembre de 2007 en el centro poblado menor de Pisit, distrito Pulán, provincia de San Miguel, departamento de Cajamarca. Participaron 109 personas entre autoridades locales y público en general. El taller fue convocado por el Director de la DREM, en el local comunal del centro poblado menor de Pisit. Se hicieron las presentaciones respectivas a cargo de los representantes de Knight Piésold, Water Management Consultants y de Golder Associates, luego de lo cual se dio paso a las preguntas y comentarios.

Hubo preguntas sobre la contratación y capacitación de mano de obra local masculina y femenina, sobre cuidado del medio ambiente, canon minero y apoyo a las localidades. La

reunión tuvo una duración de 2 horas y 40 minutos e información adicional sobre el taller participativo se puede apreciar en el Anexo 7 del Anexo N del presente EIA.

**Cuadro 11.6**  
**Resumen de reuniones realizadas**

<b>Reunión</b>	<b>Grupo</b>	<b>Fecha</b>	<b>Hora</b>	<b>Nº Part.</b>	<b>Lugar</b>	<b>Principales preocupaciones</b>
1ra.	Autoridades y población	12/12/07	12:15 – 15:05	66	Centro multiusos del Caserío La Zanja, distrito Pulán, provincia Santa Cruz	Fecha de inicio del proyecto. Contratación y capacitación de mano de obra local. Plan de Manejo del agua. Cierre y propiedad de la tierra. Medidas para cuidado de flora y fauna. Planes de contingencia
2da.	Autoridades y población	13/12/07	11:30 – 14:10	109	Centro poblado menor de Pisit, distrito Tongod, provincia San Miguel.	Contratación y capacitación de mano de obra local, incluyendo mujeres. Cierre del proyecto y situación de los trabajadores. Distribución del canon. Plan de manejo ambiental frente a riesgos de la flora y fauna. Tipo de apoyo a localidades.

### **11.7 Conclusiones**

- El Proceso de Participación Ciudadana para este proyecto fue percibido de manera positiva por todos los grupos de interés. En todas las reuniones realizadas, la población mostró interés por la información proporcionada.

- El Proceso de Participación Ciudadana fue realizado de manera adecuada y de forma tal que las inquietudes de los grupos de interés pudieron ser expresadas para su consideración e inclusión en la identificación de los impactos potenciales y el manejo adecuado de los mismos.
- El Proyecto La Zanja contará con un plan de divulgación del proyecto, establecido con un relacionador comunitario quien pueda informar y contribuir a establecer un nexo entre la población y la empresa.
- Los temas más recurrentes de la población están directamente relacionados con motivaciones económicas, ya que si el proyecto tuviera impactos desfavorables sobre la calidad del agua y del medio ambiente y no existiera un adecuado plan de manejo, ello podría afectar negativamente sus actividades productivas, ya sea ganaderas o agrícolas.
- Asimismo, manifestaron especial interés en la generación de puestos de trabajo, lo que tendría impactos favorables en los ingresos de las familias de las localidades del entorno.
- La construcción de carreteras y vías de comunicación también fue considerado como un posible impacto favorable del Proyecto La Zanja.
- Se elaborará una lista de instituciones y sus responsables, a quienes los pobladores puedan acudir en caso de sentir la necesidad de presentar alguna denuncia sobre los aspectos referidos a la actividad minera.
- Se diseñarán estrategias de capacitación sobre temas de preocupación general, como son el cuidado del medio ambiente y la responsabilidad de las comunidades y de las empresas.

## **12.0 Lista de Especialistas**

---

La siguiente es la lista de profesionales involucrados en la elaboración del presente Estudio de Impacto Ambiental – Proyecto La Zanja.

José sarabia Knight Piésold Consultores S.A. Gerente del Proyecto		Alfredo Torrico Knight Piésold Consultores S.A. Químico – DAR y Calidad de Agua
---	--	---

---

Jorge Collado Knight Piésold Consultores S.A. Biólogo		Roberto Campaña Knight Piésold Consultores S.A. Ingeniero Civil - Hidrología
---	--	--

---

En la elaboración del Estudio de Línea Base Ambiental estuvieron involucrados también:

- Mario Villavisencio, Principal, Knight Piésold Consultores S.A.
- Aran Gough, Biólogo, Knight Piésold Consultores S.A.
- Miguel Mathews, Ingeniero Civil, Knight Piésold Consultores S.A.
- Oscar Queirolo, Biólogo, Knight Piésold Consultores S.A.
- Francisco García, Ingeniero Ambiental, Knight Piésold Consultores S.A.
- Roberto Parra, Ingeniero Mecánico, Knight Piésold Consultores S.A.
- Edmundo Juascamayta, Biólogo, Knight Piésold Consultores S.A.
- Carlos Kiyán, Ingeniero Mecánico, Knight Piésold Consultores S.A.
- Lina Cuevas, Ingeniera Geógrafa, Knight Piésold Consultores S.A.
- Luis Santa María, Ingeniero Agrónomo, Knight Piésold Consultores S.A.
- Julissa Cabrera, Bióloga, Knight Piésold Consultores S.A.
- Brenda Herrera, Ingeniera Industrial, Knight Piésold Consultores S.A.
- Artidoro Cáceres, Gerente de Relaciones Humanas y Comunitarias, Salud y Seguridad Industrial, Knight Piésold Consultores S.A.
- Alfredo Cafferata, Doctor en Sociología, Área de Relaciones Humanas y Comunitarias, Salud y Seguridad Industrial de Knight Piésold Consultores S.A.



- Irene Zevallos, Relaciones Humanas y Comunitarias, Salud y Seguridad Industrial, Knight Piésold Consultores S.A.
- Ron Schmiermund, Especialista Senior en Drenaje Ácido de Mina, Knight Piésold LLC (Denver)
- Cecilia Lazo, Especialista en Drenaje Ácido de Mina, Knight Piésold LLC (Denver)
- Matías Zañartu, Especialista en Ruido y Vibración, Control Acústico (Chile)
- Rodrigo López Pulgar, Especialista en Ruido y Vibración, Control Acústico (Chile)
- Aldo Campos, Especialista en Ruido y Vibración, Control Acústico (Chile)
- Luis De la Cruz, Gerente del Proyecto La Zanja, Minera La Zanja S.R.L.
- Ricardo Huancaya, Superintendente General del Proyecto La Zanja, Minera La Zanja S.R.L.
- Carlos Rodríguez, Director de Medio Ambiente, Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.
- Juan Vélez, Buenaventura Ingenieros S.A.
- Jorge Falla, Especialista en Medio Ambiente, Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.
- Arturo Granda, Sociólogo, Pool Consultores S.A.
- Renée Menard, Antropóloga Senior, Golder Associates
- María Julia Ubillús, Especialista Socioeconómica Senior, Golder Associates
- Ana Teresa Zimmerman, Antropóloga, Golder Associates
- Enrique Buschiazzo, Gerente de Proyectos e Hidrólogo Principal, Water Management Consultants
- Mark Major, Water Management Consultants
- Miguel Remigio, Especialista en Suelos
- Lucía Balbuena, Arqueóloga registrada ante el INC
- Isidoro Sánchez, Biólogo, Especialista en Botánica
- Eduardo Oyague, Biólogo, Responsable de Vida Acuática
- Luis Alza, Biólogo, Responsable de Ornitología
- Vilma Beltrán, Gerente General, B & F Consultores Ambientales S.R.L.

## **13.0 Bibliografía**

---

- ANDERSON, M P AND WOESSNER, W W, 1992. Applied Groundwater Modeling. Academic Press, San Diego, USA.
- APRILE, G. y BERTONATTI, C. 1996. Manual sobre rehabilitación de fauna. Boletín Técnico N°31. Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires.
- BEEK, L. & J. BENNEMA. 1972, Evaluación de tierras para planificación del uso rural. Un método ecológico. Santiago de Chile. FAO. Boletín Latinoamericano sobre fomento de tierras y aguas.
- B y F CONSULTORES, 2001. Estudio de Línea Base del Proyecto La Zanja, volúmenes I, II, III. Enero 2001. Lima. 586 pp., mapas y anexos.
- B y F CONSULTORES, 2004. Estudio Hidrológico y Uso del Agua Sub cuenca Cañad. Agosto 2004. Lima. 38 pp. Anexos y planos.
- BRAKO, L. y J. L. ZARUCCHI. 1996. Catálogo de las Angiospermas y Gimnospermas del Perú. Monografías en Botánica Sistemática del Jardín Botánico de Missouri. Vol. 45.1. Edit. Missouri Botanical Garden. Missouri, USA. 1 286 pp.
- BUENAVENTURA INGENIEROS S.A., Abril 2004. Estudio de Ingeniería Básica para la Lixiviación de Óxidos en Pilas y Recuperación de Oro con Columnas de Carbón Activado.
- BUENAVENTURA INGENIEROS S.A., Junio 2004. Expediente técnico sistema de relleno de seguridad y sanitario proyecto La Zanja.
- BUENAVENTURA INGENIEROS S.A., Agosto 2004. Estudio de ingeniería básica para la planta de tratamiento potencial de generación de drenajes ácidos del proyecto La Zanja.
- BUENAVENTURA INGENIEROS S.A., Abril 2007. Estudio de selección de alternativas de ubicación de relleno de seguridad y sanitario proyecto La Zanja.
- BUOL, S. 1981. Génesis y clasificación de suelos. 1ra. ed. en Español. Edit. Trillas. México.

## ***Bibliografía (Cont.)***

---

- BUOL, S., et al. 1982, El sistema de clasificar suelos de acuerdo con su fertilidad. Est. Exp. de Yurimaguas, Prog. Suelos Tropicales. Serie de separatas No. 5, Yurimaguas - Perú.
- BUROZ, E 1994. Métodos de evaluación de impactos. En: II Curso de Postgrado sobre Evaluación de Impactos Ambientales. FLACAM. La Plata. 63 p.
- CANON, M. 1984. Estimating production of range vegetation from easily measured soil characteristics. Soil Sci. Soc. Am. Journal vol 48 (1393-1397).
- CANTER, L. 1997. Manual de la Evaluación de Impacto Ambiental. McGraw Hill/Interamericana de España. D'Vinni Editorial Ltda. Colombia.
- CASCO, S, ROLON, M y NEIFF, J. 2001. Análisis cuantitativo del paisaje como base para el diagnóstico de la biodiversidad. Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL), Argentina.
- CCME – CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT. 1999. Canadian Environmental Quality Guidelines. Canada.
- COANSA, 2004. Perfil de desarrollo estratégico cuenca El Cedro. Minera La Zanja.
- COX, D., and SINGER, D., 1986. Mineral Deposit Models: U.S. Geol. Survey
- DAY, G, SCHEMNITZ, S, AND TABER R. 1980 En: Manual de Técnicas de Gestión de Vida Silvestre, Printed in the United States of America for the Wildlife Society. Capitulo seis Captura y Marcación de Animales Silvestres. 63-94 pp.
- DAHL, 1971. Los peces de Colombia. IDERENA, Bogotá, Colombia. 391p.
- DEZA, 2004. Estudio de sismicidad y riesgo sísmico para el proyecto La Zanja.
- DOMÍNGUEZ, E. and. Hubbard, M. 1997 M. L. Pescador. Checklist of the Ephemeroptera of South America. 1997

***Bibliografía (Cont.)***

---

- EMMONS, L. 1990. Neotropical Rainforest Mammals a Field Guide. The University of Chicago Press, Chicago.
- ENVIRONMENTAL SIMULATIONS Inc, 2004. Guide to using Groundwater Vistas Version 4.
- ESTRADA, J., GARCÍA, R. Evaluación Pedológica y Nutricional del Suelo. Tomo I.
- F.A.O. 1976. A Framework for land evaluation. Soil Bull. 32. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma.
- FIGUEROA F., VALDOVINOS C., ARAYA E. & O. PARRA. 2003. Macro invertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 76: 275-285.
- FJELDSA, J. y N. KRABBE, 1990. Birds of the High Andes. Zoological Museum, Univ. Of Copenhagen. Denmark. 976 pp.
- FONDO DE COOPERACIÓN PARA EL DESARROLLO SOCIAL, 2007. Mapa de pobreza, <http://www.foncodes.gob.pe/mapapobreza/index.html>
- GARCÍA, J. 1994. Principios Físicos de Climatología. Ediciones UNALM, Lima, Perú.
- GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA, 2004. Plan de Desarrollo Participativo Regional Cajamarca 2003- 2006.
- GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA, 2005. Plan Vial Participativo Cajamarca.
- HARBAUGH, A W, 2005. MODFLOW-2005, the U.S. Geological Survey modular ground-water model - the Ground-Water Flow Process: U.S. Geological Survey Techniques and Methods 6-A16.
- HARBAUGH, A W, BANTA, E R, HILL, M C, AND MCDONALD, M G, 2000. MODFLOW-2000, the U.S. Geological Survey modular ground-water model - User guide to modularization concepts and the Ground-Water Flow Process: U.S. Geological Survey Open-File Report 00-92.

## ***Bibliografía (Cont.)***

---

HOLDRIDGE, L. 1996. Memoria Explicativa del Mapa Forestal del Perú. 145. pp.

HOLDRIDGE, L. 1979. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, San José, Costa Rica

HOLDRIDGE, L. 1987. Flora y Ecología del Perú, en: Gran Geografía del Perú, Vol. 2. 324 p.

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO METALÚRGICO, INGEMMET, 2006. Estudio Geoambiental de la Cuenca del Río Chancay - Lambayeque - Boletín N° 33 Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica.

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO METALÚRGICO, INGEMMET. 1985, Geología de los cuadrángulos de Jayanca, Incahuasi, Cutervo, Chiclayo, Chongoyape, Chota, Celendín, Pacasmayo y Chepén. Boletín N° 38.

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO METALÚRGICO, INGEMMET. 1987, Geología de los cuadrángulos de Las Playas, La Tina, Las Lomas, Ayabaca, San Antonio, Chulucanas, Morropón, Huancabamba, Olmos y Pomahuaca. Boletín No. 39.

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES, INRENA. 1994. Mapa Ecológico del Perú. INRENA, Lima, Perú – 1994 – Segunda Edición.

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES, INRENA, 1995. Mapa Ecológico del Perú. Guía Explicativa, Lima, Perú. 146 pp.

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES, INRENA. 2000. “Base de Datos de Recursos Naturales e Infraestructura para el Desarrollo Socio Económico del Perú”.

KERR et al. (2003). Use of a Multiple Accounts Matrix as a Decision Making Tool.

KNIGHT PIÉSOLD CONSULTORES S.A., 2003a. Reporte de Estudio de Factibilidad – Proyecto La Zanja.

KNIGHT PIÉSOLD CONSULTORES S.A., 2003b. Protocolo de Monitoreo de Knight Piésold.

***Bibliografía (Cont.)***

---

- KNIGHT PIÉSOLD CONSULTORES S.A., 2004a. Investigación Geotécnica de Campo del Proyecto La Zanja.
- KNIGHT PIÉSOLD CONSULTORES S.A., 2004b. Plataforma de Lixiviación en Pilas San Pedro Sur. Reporte Geotécnico Final.
- KNIGHT PIÉSOLD CONSULTORES S.A., 2004c. Plataforma de Lixiviación Pampa Verde. Reporte de Estudio de Factibilidad.
- KNIGHT PIÉSOLD CONSULTORES S.A., 2004d. Proyecto La Zanja - Evaluación de la Caracterización de Desechos y Costos Preliminares de Cierre.
- KNIGHT PIÉSOLD CONSULTORES S.A., 2005. Estudio de Caracterización de la Roca de Desmonte y de la Roca de las Paredes de los Tajos de San Pedro Sur y Pampa Verde. Reporte Final.
- KNIGHT PIÉSOLD CONSULTORES S.A., 2006. Reporte preliminar de Flora del Proyecto La Zanja. En prensa.
- KOEPCKE, M. 1983. The Birds of the Department of Lima, Perú Edit. Harrowood Books. Newton Square, PA, USA. 144 pp.
- KOEPCKE, M. 1954. Corte Ecológico Transversal en los Andes del Perú. Parte I: Costa, Vertiente Occidental y Región Altoandina. Memorias del Museo de Historia Natural. No. 3. 119 pp.
- KREBS, CH. J. 1989. Ecological Methodology. Harper & Row, Publishers. New York, USA.
- MAGURRAN, A. N. 1988. Diversidad Ecológica y su Medición. Ediciones Vedra. Barcelona, España.
- LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los Trópicos. Eschborn. GTZ República de Alemania. 335 p.

***Bibliografía (Cont.)***

---

MAKDISI, F.I., and H.B. SEED, 1978. "Simplified Procedure for Estimating Dam and Embankment Earthquake-Induced Deformations," Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE, Vol. 104, No. GT7, pp. 849-867

MANRIQUE AND UEHARA, 1984. A proposed land suitability classification for potato (I, II). Soil Sci. Soc. Am. JOUR. Vol 48 (843 - 852).

MANRIQUE L, 1986. A soil taxonomy based land assesment for food crop production. An evaluation of its applications on Panamanian soils. IBSNAT Project. Dep. of Agronomy and Soil Sci. Univ. Hawaii.

MATEUCCI, S. y A. COLMA. 1982. Metodología para el Estudio de la Vegetación. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Secretaría General de la OEA. Mon. 22 Washington.

MCDONALD Y HARBAUGH, A W, 1996. A Modular Three-Dimensional Finite-Difference Groundwater Flow Model. USGS, 1996.

MCDONALD Y HARBAUGH, A W, 1988. A modular three-dimensional finite-difference ground-water flow model: U.S. Geological Survey Techniques of Water-Resources Investigations, book 6.

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS, 1994. Protocolo de Monitoreo de Calidad de Agua. Lima, Perú.

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Emisiones, Volumen I. Ed. Martegraf, Lima, Perú.

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Guía Ambiental para la Restauración de Suelos en Instalaciones de Refinación y Producción Petrolera. Lima, Perú.

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Guía Ambiental para el Manejo de Problemas de Ruido en la Industria Minera, Volumen XV. Ed. Murakami, Lima, Perú.

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Guía para Elaborar Estudios de Impacto Ambiental, Volumen V. Ed. Metrocolor, Lima, Perú.

***Bibliografía (Cont.)***

---

- MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Guía de Relaciones Comunitarias. Lima, Perú.
- MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Guía Ambiental para el Cierre y Abandono de Minas del Ministerio de Energía y Minas. Lima, Perú. 37 pp.
- MINISTERIO DE SALUD, 2005. Estadística de la Dirección Regional de Salud de Cajamarca, DIRES – Cajamarca.
- MINISTERIO DE SALUD, 2006. Estadística de la Dirección Regional de Salud de Cajamarca, DIRES – Cajamarca.
- MÓNIZ, C. y SCHMIDT, G. (1996). Metodología para el análisis formal del paisaje. Curso Análisis del paisaje mediante técnicas fotográficas. Universidad de Sevilla. (Sevilla, 1996).
- MORENO, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Manuales y Tesis SEA, vol 1. 80 pp.
- MORENO-OSORIO, C. 1989. Levantamientos Agrológicos. 1era. Edición. Editorial Trillas S.A. México D.F. 102 pp.
- ONERN, 1982. Oficina Nacional de Recursos Naturales. Clasificación de las Tierras del Perú. Edit. ONERN. Lima, Perú. 113 pp. y Anexos.
- ONERN, 1985. Oficina Nacional de Recursos Naturales. Los Recursos Naturales del Perú. Edit. ONERN. Lima, Perú. 326 pp.
- OFICINA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE RECURSOS NATURALES – ONERN, 1986. Perfil Ambiental del Perú. ONERN - AID. Lima - Perú. 320 pp.
- OFICINA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE RECURSOS NATURALES – ONERN, 1982. Clasificación de las tierras del Perú. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Lima - Perú. 170 pp.



## ***Bibliografía (Cont.)***

---

- ORTEGA H., 1992. Biogeografía de los peces de aguas continentales del Peru, con especial referencia a especies registradas a altitudes mayores a los 1000 m. Mem. del Mus. Hist. Nat. UNMSM 21: 39-45
- ORTEGA-LARA, A., O. MURILLO, C. PIMIENTA & E. STERLING, 2000. Los peces del alto Cauca, catalogo de especies. Informe presentado a la corporación autonoma regional del valle del Cauca (CVC). Cali, Colombia. 122p.
- ORTEGA-LARA, A., O. MURILLO, C. PIMIENTA & E. STERLING, 2000. Los peces del alto Cauca, riqueza ictiologica del valle del Cauca. Editorial Imagen Corporativa, Cali, Colombia. 69p.
- ORTEGA-LARA, A., A. AGUINHO & G.C. SANCHEZ. 2002. Caracterización de la ictiofauna nativa de los principales rios de la cuenca alta del rio Cauca. 139p.
- PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO, 2005, [www.pnud.org](http://www.pnud.org)
- PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO, 2006, [www.pnud.org](http://www.pnud.org)
- PROGRAMA NACIONAL DE MANEJO DE CUENCAS Y CONSERVACIÓN DE SUELOS (PRONAMACHCS) y MINERA LA ZANJA, 2006. Inventario de Recursos Hídricos.
- PONCE DE LEON, J. y H. LEQUERICA, 1996. El Perú y sus Recursos - Atlas Geográfico y Económico. Edits. Auge S.A. y Cobol S.R.L. Lima, Perú. 235 pp.
- PULIDO, V. 1998. Vocabulario de los Nombres Comunes de la Fauna Silvestre del Perú. Lima, Perú.
- RIC 1997. Resources Inventory Committee. BC Ministry of Environment, Lands, and Parks. Freshwater Biological Sampling Manual. Dirección del Internet: <http://www.for.gov.bc.ca/ric/Pubs/Aquatic/freshwaterbio/index.htm>

***Bibliografía (Cont.)***

---

- RICKLEFS, R.E. 1993. *The Economy of Nature: A Textbook in Basic Ecology* (3 ed.). W.H. Freeman and Company. 576 pp.
- RIDGELY, R and GREENFIELD, P. 2001. *The Birds of Ecuador - Field Guide*, Printed in Hong Kong, First Published 2001 by Cornell University Press. 740 pp.
- REYNEL, C y LEÓN, J. 1990. *Árboles y Arbustos Andinos para Agroforestería y Conservación de Suelos*. Proyecto Fao Holanda/DGFF. Lima, Perú.
- RODRÍGUEZ, L., 1996, *Diversidad Biológica del Perú, Zonas Prioritarias para su Conservación*, FANPE Proyecto de Cooperación Técnica, Perú –Alemania.
- ROMÁN - VALENCIA, C. 2001. *Ecología trófica y reproductiva de T. caliense y Astroblepus cyclopus (Pisces, Siluriformes) en el río Quindio, alto Cauca, Colombia*. *Rev. Biol. Trop.*, 49 (2): 657-666
- Rosemberg, D. and RESH, H. 1993 (Ed.). *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Cxhapman & Hall.
- SIFUENTES, M.A., 1992. *Ictiología Básica y Aplicada en la Cuenca del Río Santa (Ancash) – Perú*. Editec del Perú S.R.L. Lima, Perú.
- SMITH, R. 1986. *Elements of Ecology*. Second edition. Harper & Row, Publishers, Soukup, J. *Vocabulario de los Nombres Vulgares de la Flora Peruana y Catalogo de los Géneros*. Editorial Salesiana.
- SOCIEDAD NACIONAL DE MINERÍA, PETRÓLEO Y ENERGÍA. *Canon Minero distribuido 2005 y 2006*. En <http://www.snmpe.org.pe/cannon.htm>
- SOUKUP, J., 1979. *Vocabulario de los Nombres Vulgares de la Flora Peruana y Catálogo de los Géneros*. Lima, Perú.
- SUTHERLAND, W. 1996. *Ecological Census Techniques: A Handbook*. Cambridge University Press. United Kingdom.

## ***Bibliografía (Cont.)***

---

- SUÁREZ, J. 2001. Control de Erosión en Zonas Tropicales. Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos. Colombia.
- STATTERSFIELD, A; CROSBY, M; LONG, A. and D. WEGE. 1998. Endemic Bird Areas of the World Priorities for Biodiversity Conservation. Bird Life Conservation Series No. 7. The Burlington Press. Great Britain.
- STOTZ, D.; FITZPATRICK, J.; PARKER III, T and D. MOSKOVITS. 1996. Neotropical Birds Ecology and Conservation. The University of Chicago Press, Chicago. 481 pp.
- U.S.D.A. 1999. Soil taxonomy a basic system of soil classification for makin a interpreting soil survey staff - USDA. U.S.A.
- UGÁS, R. Exportación de Productos Agrícolas Orgánicos, Producción y Estrategias.
- VIDAL Y RUIZ, Septiembre 2006. Proyecto de Abastecimiento de Agua a la Mina La Zanja, Embalse Bramadero, Revisión de los Estudios Definitivos.
- Ward, J. 1992 Aquatic Insect Ecology: I Biology and Habitat. Jhon Wiley & Sons
- WATER MANAGEMENT, 2001 Caracterización Hidrológica para el Estudio de Impacto Ambiental, Proyecto La Zanja.
- WHITTAKER, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21(2/3): 213-251.
- WATER MANAGEMENT CONSULTANTS, agosto 2004, Estudios hidrológicos, hidrogeológicos y geoquímicos en complemento al EIA.
- WATER MANAGEMENT CONSULTANTS 2004, Estudios hidrológicos, hidrogeológicos y geoquímicos en complemento al EIA: Proyecto La Zanja – Minera La Zanja S.R.L. Water Management Consultants - Informe 5240/R1.
- WATER MANAGEMENT CONSULTANTS, 2004. Caracterización hidrológica, diseño preliminar del suministro de agua, control de sedimentos y balance de agua para el proyecto La Zanja.

***Bibliografía (Cont.)***

---

WATER MANAGEMENT CONSULTANTS, 2005. Actualización del esquema de abastecimiento de agua, Proyecto La Zanja, junio 2005 – Minera La Zanja S.R.L. Water Management Consultants - Informe 5240/T6.

WATER MANAGEMENT CONSULTANTS, febrero 2005. Caudales regulados en la Qda. Bramadero para diferentes alturas de la presa de abastecimiento de agua.

WATER MANAGEMENT CONSULTANTS, 2005. Caracterización geoambiental de desmontes, proyecto La Zanja.

WATER MANAGEMENT CONSULTANTS, 2006. Actualización de la línea base hidrológica e hidroquímica a julio de 2006, proyecto La Zanja.

WATER MANAGEMENT CONSULTANTS, junio 2005. Actualización del esquema de abastecimiento de agua Proyecto La Zanja.

WEBERBAUER, A., 1945. El Mundo Vegetal de los Andes Peruanos. Edit. Lumen. Lima, Perú. 773 pp.

YOUNG, K. R. y N. VALENCIA., 1992. Biogeografía, Ecología y Conservación del Bosque Montano en el Perú. Publ Mus. Hist. Nat. No. 21. UNMSM. Lima, Perú.