



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSTRUCCIÓN DE DIQUE CON TRATAMIENTO DEL RELAVE,
EN MINA CATALINA HUANCA – REGIÓN AYACUCHO**

**PRESENTADA POR
DENIS OMAR ALMERCOS PALOMINO**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

LIMA – PERÚ

2014



Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada

CC BY-NC-ND

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

**FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSTRUCCIÓN DE DIQUE CON TRATAMIENTO DEL
RELAVE, EN MINA CATALINA HUANCA – REGIÓN
AYACUCHO**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR

ALMERCÓ PALOMINO, DENIS OMAR

LIMA-PERÚ

2014

ÍNDICE

	página
RESUMEN	iv
ABSTRACT	vi
INTRODUCCIÓN	viii
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO	
1.1 Antecedentes	10
1.2 Objetivos	13
1.3 Alcances	14
1.4 Marco legal del Proyecto	14
1.5 Base técnica	16
1.6 Descripción del Proyecto	16
CAPÍTULO II. IMPACTO AMBIENTAL	
2.1 Evaluación de impactos y sugerencias para el plan de manejo socio ambiental	55
2.2 Medidas de mitigación	59
2.3 Área de influencia directa (AID)	61
2.4 Plan de manejo ambiental	62
2.5 Programa de prevención	64
2.6 Programa de seguridad e higiene minera	67
2.7 Plan de emergencias o contingencias	69
2.8 Plan de cierre y rehabilitación	69

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Material y método	73
3.2 Material de relave	73
3.3 Material de préstamo	80
3.4 Material de mezcla	80
3.5 Etapa de construcción preliminar	80
3.6 Desarrollo del proyecto	82
3.7 Etapa de operación	90

CAPÍTULO IV. PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1 Investigaciones y ensayos de laboratorio	97
4.2 Clasificación de suelos	98
4.3 Ensayo del relave	98
4.4 Ensayo de préstamo	106
4.5 Ensayo de mezcla	113
4.6 Ensayo de densidad Método del Cono de Arena ASTM D-1556	120
4.7 Ensayo de reemplazo por volumen de Agua ASTM D-5030	123

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN Y APLICACIONES

5.1 Aplicación y dosificación de cal en el relave saturado	128
--	-----

CONCLUSIONES	131
--------------	-----

RECOMENDACIONES	133
-----------------	-----

FUENTES DE INFORMACIÓN	135
------------------------	-----

ANEXOS	137
--------	-----

RESUMEN

El presente trabajo es uno de los temas importantes asociados a los trabajos mineros que corresponde a todo aquello relacionado con el relave, las obras constructivas de disposición, en la superficie de la tierra conocida como Depósitos de Relave que son residuos producto de actividades minero- metalúrgicas.

Actualmente estos depósitos han ido adquiriendo mayor relevancia, debido principalmente a que las leyes referente a los minerales, en los yacimientos en explotación han aumentado, lo que ha obligado a las empresas mineras a extraer grandes volúmenes de minerales para lograr mantener los niveles de producción de finos, y se ha incrementado así la cantidad de residuos que deben ser dispuestos, ya sea como material estéril, como pulpas del relave o filtrados. Por tanto, se hace necesario tener presente los riesgos asociados a los pequeños, medianos y grandes depósitos de relave, en cuanto a los ámbitos técnicos, constructivos, operativos, de mantenimiento, ambientales y legales.

Hasta hace algunas décadas era común en el Perú y en otros países de tradición minera, deshacerse, por ejemplo, de los relaves derivados de las operaciones minero-metalúrgicas, arrojándolos en lechos de ríos, lagunas, quebradas, valles o al mar y cuando en las cercanías de alguna faenas mineras no se disponía de estos sectores naturales tan "convenientes", los empresarios mineros solían acumular los relaves en áreas de contención,

que amurallaban con terraplenes levantados con los mismos relaves y una vez que se agotaba el yacimiento, estos depósitos quedaban abandonados.

Actualmente, la regulación legal, técnica y ambiental que tiene nuestro país para la construcción, operación, mantenimiento y cierre de los depósitos de relaves mineros, exige que se cumplan diversos requerimientos de seguridad, destinados a la protección de las personas y el medio ambiente, por ello, todos los esfuerzos que se hagan para establecer criterios que se tendrán en cuenta sobre el control de los riesgos e impactos son de suma importancia.



ABSTRACT

The present work, it is one of the important topics associated with the mining works, corresponds to all that related with re-wash, the constructive works of disposition, in the surface of the land known as Warehouses of re-wash that are residues mining product of metallurgical activities.

Currently these deposits have become important, mainly because the laws relating to mineral, deposits in exploitation have increased, forcing mining companies to extract large volumes of minerals in order to maintain production levels of fine, and has thus increased the amount of waste that must be disposed either as sterile material such as tailings or filtered pulps. Therefore, it is necessary to consider the risks associated with small, medium and large deposits re-wash, in terms of technical, construction, operational, maintenance, environmental and legal areas.

Until a few decades ago it was common in Peru and in other countries of mining tradition, to come undone, for example, of re-wash derivatives of the operations miner metalworkers, throwing them in beds of rivers, lagoons, gorges, vales or to the sea and when in the outskirts of anyone one was not arranging mining chores of these so "suitable" natural sectors, the mining businessmen usually accumulated re-wash them in areas of containment, which they were walling with terraces raised with the same ones re-wash and once the deposit was becoming exhausted, these deposits were left abandoned.

At present, the legal, technical and environmental regulation that has our country for the construction, operation, maintenance and closing of the deposits of re-wash, is required that there should be fulfilled diverse requests of safety, destined to the protection of the persons and the environment, for it all the efforts that are done to establish criteria to be born in mind on the control of the risks and impacts are of supreme importance.



INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se basa en un proceso de análisis y experimentación a nivel de laboratorio y de campo, en relación con la determinación de los parámetros técnicos, empleados para obtener las propiedades del relave y el comportamiento de este al mezclar con un material de préstamo, para la construcción de un dique. La minería es una actividad extractiva cuyo desarrollo constituye soporte para gran parte de la industria manufacturera y es una importante fuente de crecimiento económico para los países en vías de desarrollo.

La minería es una actividad vinculada a la economía y al medio ambiente. Por un lado, la minería al atraer inversiones produce un mayor ingreso de divisas y mayores valores de exportación, y recientemente ha influido en la evolución positiva de las bolsas mundiales por el alza en la cotización de los metales. Por otro lado, la minería ha sido fuente de pasivos ambientales y conflictos sociales por la naturaleza y desarrollo de su actividad.

La actividad minera consiste en la obtención selectiva de minerales y otros materiales a partir de la corteza terrestre, lo cual, en muchos casos, implica la extracción física de grandes cantidades de materiales de la misma, para recuperar solo pequeños volúmenes del producto deseado. El objetivo de la minería es obtener minerales o combustibles.

El propósito de este documento es proporcionar a la Unidad Catalina Huanca Sociedad Minera (CHSM), una descripción integral del proyecto y un documento de referencia para la operación del depósito de relaves filtrados Ramahuayco, el cual será usado por el personal responsable de la operación por parte de CHSM. Este documento deberá ser implementado por CHSM de acuerdo a sus necesidades operacionales.

La finalidad de este trabajo es establecer los procedimientos constructivos y aplicar en las mineras, el buen uso del relave, utilizándolo en obras civiles (en este caso para la construcción de un dique); de esta manera minimizar los impactos ocasionados por la minería.



CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

Una breve revisión de la evolución del manejo de relaves a nivel mundial nos proporciona antecedentes útiles para comprender la tecnología actual. Aunque se sabe que el oro y la plata ya habían sido explotados por los incas en tiempos pre-colombinos, la historia documentada de la minería en el Perú data de la conquista por Pizarro en 1535. A través del Viejo y Nuevo Mundo en ese entonces, el oro era extraído por reducción directa (fundición) de minerales excepcionalmente ricos, pero principalmente por amalgamación con mercurio. La amalgamación de los minerales de oro y posteriormente, extendida a la plata a fines del siglo XVI, empleaba molinos de mineral impulsados por caballos para moler el mineral en un patio circular, algunas veces en adición a molinos primitivos cuya energía era proporcionada por caídas de agua donde esta fuera disponible. Desde el punto de vista ambiental, la cantidad de roca chancada y de desmonte fue pequeña y se hicieron esfuerzos para recuperar y conservar el mercurio, el cual era casi tanpreciado como el mismo mineral. Sin embargo, grandes cantidades de mercurio permanecen distribuidas alrededor de la ubicación de las viejas minas de plata en el Perú y constituyen un serio riesgo ambiental en la actualidad.

El Perú tiene 176 minas metálicas en operación, con un número desconocido de depósitos de relaves activos e inactivos. De estas minas, 54 producen más de 100 Tn/día y sólo 26 más de 500 Tn/día. Siete de estas son operaciones a tajo abierto con minas subterráneas completando la diferencia. Este inventario de pequeñas minas subterráneas primarias contrasta con las grandes operaciones a tajo abierto que prevalecen en Norteamérica e influencia el nivel de la tecnología de manejo de relaves que se practica actualmente en el Perú.

Aunque hay excepciones, en el Perú predomina el tipo de tecnología de disposición de relaves anterior a 1940 descrita en la sección anterior.

Por ejemplo, la descarga descontrolada de grandes cantidades de relaves (hasta 4,000 T/día) directamente a los ríos era practicada en algunas operaciones, mientras que la descarga descontrolada a lagos o playas del mar también es frecuente. Sin embargo, en la mayoría de las minas se han construido presas de relaves en un intento de mantener a estos fuera de los arroyos y ríos; dichas presas han tenido un éxito relativo. Esta práctica, presenta por sí sola un tremendo desafío para muchas minas en los Andes, con extremos topográficos. Debido a la disponibilidad limitada de equipo de movimiento de tierra de gran capacidad en la mayoría de las minas subterráneas pequeñas, los métodos de construcción de presas para relaves están circunscritos, principalmente, a la descarga directa por grifos, cicloneo y labor manual. Las prácticas de diseño de las presas para relaves son empíricas y típicas de aquellas utilizadas en la industria minera con anterioridad a la amplia transferencia del conocimiento geotécnico e hidrológico aportado por la tecnología de diseño de presas de agua.

Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C (CHSM) es una empresa minera que se dedica a la explotación y procesamiento de minerales polimetálicos; extraen minerales como el zinc, plomo y plata, mediante minado subterráneo, que son trasladados a la planta en volquetes de 3 ejes y 4 ejes; siendo procesados con una capacidad de 1000 TMD; se tiene un área para el depósito de relaves e instalaciones auxiliares en el área del

proyecto Ramahuayco, ubicado en el distrito de Canaria, provincia de Víctor Fajardo, departamento de Ayacucho a una altitud de 3,500 msnm.

El mineral extraído es procesado mediante flotación convencional, en la Planta de Beneficio San Jerónimo, la cual tiene una capacidad de tratamiento autorizada de 1,000 TMD, en la que se obtienen concentrados que son transportados por la carretera vía Nazca hasta el puerto del Callao. La Unidad Minera Catalina Huanca cuenta actualmente con 5,407.25 has de concesiones mineras.

Desde el año 1954, el área minera operaba bajo la administración de Minas Canarias S.A., pasando luego en el año 1991 a ser administrada por la Cooperativa de trabajadores y luego por cambios sucesivos en la administración debido a problemas técnicos y económicos. Finalmente en el año 2005 y desde abril del mismo, la Unidad Minera Catalina Huanca opera bajo la nueva administración con la razón social Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C.

Desde entonces ha expandido sus operaciones mineras e inicia el proyecto de ampliación de la capacidad de producción de mina de 300 TMD a 1 000 TMD, incluyendo la ampliación de capacidad de tratamiento en la Planta de Beneficio San Jerónimo, así obtuvo la aprobación de los siguientes estudios:

- Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de Ampliación de la Mina Subterránea de 1000 TMD (Geoservice, 2005).
- Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de Ampliación de la Planta de Beneficio San Jerónimo a 1000 TMD (Geoservice, 2005).
- Estudio de Impacto Ambiental del Depósito de Relaves Filtrados Rajaure.

A fines del año 2005, se inician los trabajos para trasladar el material de relaves de los antiguos depósitos de relaves para ser usados posteriormente, para la construcción del dique del depósito de relaves.

Estos trabajos se informaron al Ministerio de Energía y Minas en las fiscalizaciones 2005-II y 2006-I. Actualmente, todo el material de relave ha sido trasladado no habiendo más material en estos depósitos y el área está siendo ocupado por el sistema de filtrado de relaves de la planta San Jerónimo.

Para mejorar la eficiencia de sus operaciones y reducir los impactos sobre el medio, CHSM propone la ejecución del Proyecto Integral, el cual está compuesto por una serie de diferentes obras a implementar dentro de las operaciones actuales, tales como la construcción de la planta, incorporación de filtros en la planta de filtrado, construcción de pozas de contingencia y depósitos de desmonte y relave filtrado.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivos generales

- Establecer procesos constructivos para la ejecución de un dique empleando el relave.
- Evitar la contaminación ambiental, producido por el relave.
- Preservar la infraestructura a largo plazo y los bienes.
- Construir el dique para el almacenamiento de relaves que se genera por el tratamiento metalúrgico.
- Evaluar las características del suelo, de la presa y las propiedades físicas mecánicas del material de relave que conforme el dique.
- Lograr que el impacto ambiental, tanto en la operación como el cierre del proyecto cumplan con la normativa ambiental del sector, sea ambientalmente sostenible y compatible con el desarrollo socioeconómico local y regional.

1.2.2 Objetivos específicos

- Reciclar el relave minero empleándolo en la construcción de un dique.
- Direccionar constructivamente el uso correcto del relave.

- Mejorar y preservar la vida, la salud de las personas y el medio ambiente.
- Incorporar relave minero en obras civiles.
- Establecer las especificaciones técnicas que contemplen las obras de construcción del depósito de relaves y un procedimiento de las actividades para la construcción.

1.3 Alcances

Los alcances del presente proyecto son:

- Construcción del dique, del depósito de relaves y obras para la estabilización del depósito.
- Caracterización del terreno de cimentación desde el punto de vista geológico-geotécnico.
- Evaluación de las condiciones hidrológicas y sistemas de drenaje y sub drenaje del área en estudio.
- Ensayos de los diversos materiales que se utilizarán para la construcción del dique, tales como relave, préstamo.
- Ensayo para el pedraplén, como cimentación del dique.

1.4 Marco legal del proyecto

Se presenta un listado de las principales leyes y normas legales vigentes que se han tenido en cuenta durante la ejecución de este proyecto:

- Constitución Política del Perú - Título III, Capítulo II: Del Ambiente y los Recursos Naturales.
- Ley General del Ambiente, Ley N° 28611.
- Ley del Consejo Nacional del Ambiente, CONAM, Ley N° 26410.
- Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, Ley N° 27446.
- Título XIII del Código Penal - Delitos Contra la Ecología.
- Ley de Áreas Naturales Protegidas, Ley N° 26834 y Reglamento D.S. N°038-2001-AG
- Ley del Fondo Nacional del Ambiente, FONAM, Ley N° 26793.

- Ley General de Aguas, Ley N° 17752 y sus modificaciones.
- Ley General de Salud, Ley N° 26842.
- Ley Orgánica para el Aprovechamiento de los Recursos Naturales, Ley N° 26821.
- Ley Sobre la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica, Ley N° 26839.
- Reglamento de Clasificación de Tierras, D.S. N° 0062/75 AG
- Ley Forestal y de Fauna Silvestre, Ley N° 27308 y su Reglamento, D.S. N° 014-2001-AG.
- Categorización de Especies Amenazadas y en Peligro, regulado por el D.S. N° 043-2006- AG y el D.S. N° 013-99-AG
- Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, D.S. N° 074-2001-PCM.
- Reglamento de Exploraciones y Excavaciones Arqueológicas, D.S. N° 559-85.
- Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruidos, D.S. N° 085-2005-PCM.
- Estrategia Nacional de la Diversidad Biológico del Perú, D.S. N° 102-2001-PCM.
- Reglamento de Seguridad e Higiene Minera, D.S. N° 046-2001-EM.
- D.S N° 016-93 EM, Reglamento para la protección ambiental en las actividades Minero-metalúrgicas del título decimoquinto del texto único Ordenado de la Ley General de Minería sobre Medio Ambiente, modificado por D.S. 059-93 EM.
- D.Leg. N° 613 Código del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales.
- D.S N° 055 - 2010 EM, Seguridad y Salud Ocupacional
- D.S N° 014-92-EM de la Ley General de minería.
- Normas a fin de garantizar la estabilidad de los depósitos de relaves, R.D. N° 440-96-EM.
- Niveles Máximos Permisibles para efluentes líquidos para las actividades minero metalúrgicos, R.M. N° 011-96-EM/VMM
- Ley que Regula los Pasivos Ambientales de la Actividad Minera, Ley N° 28271, y su modificación, Ley N° 28526.

1.5 Base técnica

- Guía ambiental para el cierre y abandono de minas.
- Guía ambiental para los depósitos de residuos sólidos provenientes de actividades mineras.
- Guía ambiental para el manejo de relaves mineros.
- Guía ambiental de manejo de aguas en operaciones minero-metalúrgicas
- Guía ambiental de manejo de drenaje ácido de minas.

1.6 Descripción del proyecto

1.6.1 Ubicación del Proyecto

Las instalaciones mineras de Catalina Huanca Sociedad Minera están ubicadas en el distrito de Canarias, Provincia de Víctor Fajardo, departamento de Ayacucho; a 3500 msnm, La mina Catalina Huanca es accesible por dos vías principales, la primera es vía Lima-Pisco- Ayacucho-Catalina, (Carretera, Vía los Libertadores Wari) de 750 km y la vía Lima-Nazca- Pampa Galeras-Catalina Huanca, de 695 km. (Carretera Nazca).

El proyecto depósito de relaves Ramahuayco está ubicado al oeste de la mina, en el sector superior de la quebrada Sacllani, a 150 m aguas arriba de las oficinas de mina, respecto a la planta concentradora que está a 12 km.

En la tabla a continuación, se indican las coordenadas de ubicación de la unidad minera, y se presenta una tabla con la distancia del área del proyecto hacia los centros poblados más cercanos.

Tabla N°1. Ubicación del Proyecto en coordenadas UTM- Zona 18

UBICACIÓN	Norte	Este
Unidad Minera Catalina Huanca	8´448,000	607,000
	8´458,000	620,000

Fuente: Unidad Minera Catalina Huanca

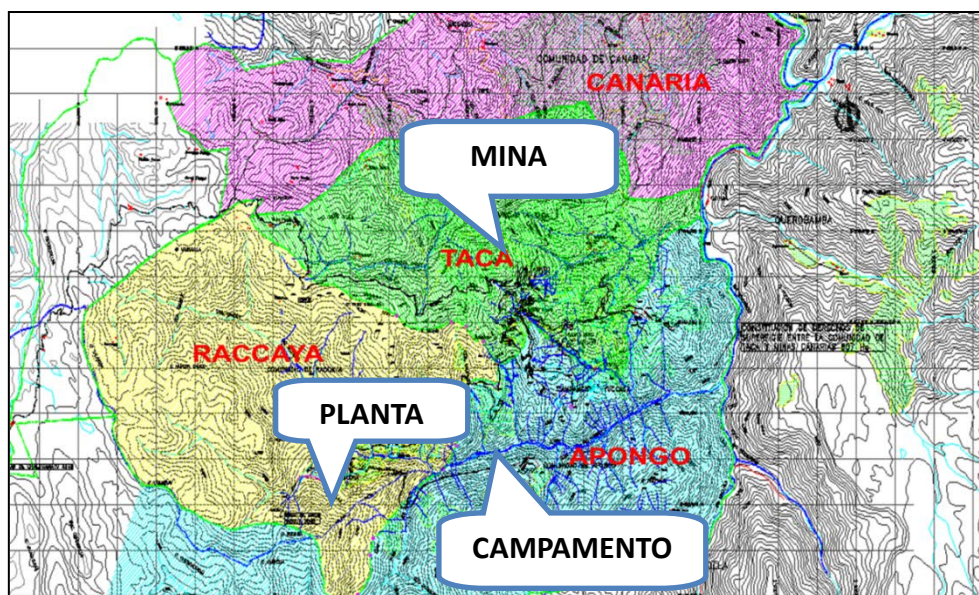


Figura N°2. Ubicación de las zonas de trabajo en Catalina Huanca-Ayacucho

Fuente: Unidad Minera Catalina Huanca

1.6.2 Ambiente físico

La zona del Proyecto se encuentra ubicada en la parte central del departamento de Ayacucho, a escala regional, la zona de emplazamiento del Proyecto se encuentra dentro del flanco oriental de la Cordillera Occidental, al Este de la divisoria continental de aguas donde se desarrolla el interfluvio Regional. El flanco cordillerano oriental mencionado es de relieve accidentado con altas montañas, mesetas y valles con perfiles transversales amplios o encañonados.

El área de operación minera e industrial existente y proyectada se ubica principalmente en el valle del río Mishca: la zona industrial San Jerónimo se encuentra en la confluencia de las quebradas Rajaure y Marcachata con dicho río, mientras que en la quebrada Sacllani, tributaria por la margen izquierda del río Mishca, se ubican las operaciones de mina actuales y sus instalaciones auxiliares. Adicionalmente, se proyecta la construcción de un depósito de relaves en la quebrada Marcapampa, afluente de la quebrada Huanca Huaijo, al noroeste del cerro Ajolla. En tanto, el río Mishca como la quebrada Huanca Huaijo fluye hacia el río Sodondo.

El emplazamiento minero se ubica entre las cotas 3,000 msnm a 3,500 msnm, sobre la vertiente montañosa empinada y escarpada, siendo el terreno muy accidentado, que forma quebradas y valles, con laderas que superan los 500 m de altura y con pendientes muy empinadas, con taludes comprendidos entre 40° y 60°.

1.6.3 Geodinámica externa

Los principales procesos geodinámicos son los siguientes: erosión fluvial, derrumbes, desprendimientos de bloques, caídas de flujos de lodo y piedra (huaycos), originados por las precipitaciones intensas.

La presencia de estos fenómenos que principalmente afectan los fondos de los valles, los terrenos circundantes al área de las operaciones mineras y de la planta de beneficio San Jerónimo son estables e inclusive han tenido un buen comportamiento en temporadas de lluvias, no se produjeron deslizamientos. La ocurrencia de estos ha sido descartada, solo se esperan deslizamientos menores en las laderas de los ríos Rajaure, Marcachata y Mishca, típicos de la zona.

1.6.4 Sismicidad

El borde occidental de América del Sur se caracteriza por ser una de las regiones sísmicamente más activas en el mundo. El Perú forma parte de esta región y la actividad sísmica más importante está asociada al proceso de subducción de la Placa de Nazca (oceánica), bajo la Placa Sudamericana (continental), generando con relativa frecuencia terremotos de gran magnitud. Un segundo tipo de sismicidad es el producido por las deformaciones corticales, presentes a lo largo de la cordillera andina, con sismos menores, tanto en magnitud como en frecuencia.

1.6.5 Geología

El área del proyecto, geológicamente, está constituido por depósitos no consolidados del Cuaternario, eventualmente podría encontrarse rocas meteorizadas (calizas y lutitas carbonosas).

En el área del Proyecto, se han identificado tres unidades fisiográficas principales: zona montañosa, quebradas y valles fluviales.

Localmente, el área del proyecto ocupa la margen y ladera izquierda de un tramo estrecho del valle del río Mishca. El basamento rocoso, no consolidado, está constituido por rocas calizas con intercalaciones delgadas de lutitas carbonosas.

La zona donde se desarrolla el estudio tiene una forma ondulada, heterogénea y escarpada, conformado por una zona de gran elevación, así como valles estrechos y ondulados. Los principales accidentes topográficos son: el cerro Huacrachuco ubicado en la parte norte de la unidad minera y llega a una altitud de 4,250 msnm y el cerro Pailpanjo, en la parte sur, a una altitud de 3450 msnm.

A nivel local, la fisiografía natural de la zona ha sido modificada por la presencia de componentes mineros como son los depósitos de relaves y la planta de beneficio, así como por las obras ejecutadas del proyecto.

1.6.6 Clima y meteorología

No existen estaciones meteorológicas del SENAMHI en la zona, por lo que, en este estudio, se ha tomado en cuenta la data registrada en la Estación de Catalina Huanca, correspondiente al período comprendido entre los años 2007 y 2010.

La temperatura mínima registrada en dicho período, varía entre 4.2 y 10.9 °C; por otro lado, la temperatura máxima se encontró entre 12.6 y 14.7 °C, para el mismo período.

Las precipitaciones máximas se registran en los meses de diciembre - abril y las mínimas en los meses de mayo a noviembre, los meses más cálidos son desde junio hasta septiembre y los más fríos octubre a mayo.

La humedad relativa máxima registrada fue de 76,6 % y la mínima fue de 36 %, la velocidad del viento, en la zona, fluctúa entre 1.6 m/s y 6.5 m/s, siendo el Norte la dirección predominante del viento.

El período de lluvias está comprendido entre diciembre y marzo, presentando su pico máximo en el mes de marzo, con 164 mm, y, por otro lado, el período de estiaje se presenta desde abril hasta noviembre, los críticos especialmente son los meses de junio y julio, cuando la precipitación alcanza valores casi nulos. La precipitación total promedio anual se ha estimado en 767 mm.

La evaporación producida, en la zona del proyecto, excede notoriamente a la precipitación durante los meses de mayo a noviembre, lo que es más notorio en la época de sequía. La evaporación total en un año promedio es de 983.6 mm.

La máxima humedad relativa, media mensual, registrada durante el mes de febrero fue de 76.6%, disminuye en los meses siguientes, en los que la temperatura es mayor, alcanzándose la mínima humedad de 36% en el mes de noviembre.

1.6.7 Calidad del aire y ruido

Para la caracterización de la calidad del aire, en el área de estudio, se utilizó como fuente de información los monitoreos trimestrales que realiza Catalina Huanca Sociedad Minera, en puntos estratégicos de acuerdo con las actividades por realizar para la presente línea base.

La unidad minera, actualmente, cuenta con tres estaciones de monitoreo de Calidad de Aire en las que se registran los parámetros siguientes: Material particulado con diámetro menor a 10 micrones (PM10), Plomo (Pb), Arsénico (As) y Dióxido de azufre (SO₂). El monitoreo se realiza de manera regular, trimestralmente.

De acuerdo con los resultados obtenidos de los monitoreos realizados en el área de influencia del proyecto, tanto en época de estiaje como en época de avenidas, la concentración de los parámetros evaluados (PM10, PM2.5, Pb, SO₂, NO₂ y CO), se encontró por debajo de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire. Asimismo, la concentración de arsénico en el aire se encontró por debajo de los Niveles Máximos Permisibles establecidos para emisiones minero metalúrgicas, Resolución Ministerial (R.M. N° 315-96-EM/VMM).

En general, los parámetros medidos cumplen con la normativa ambiental; sin embargo, CHSM reubicará, sus estaciones actuales, debido a que estas operan desde la administración anterior, no son tan representativas de la actividad. Las estaciones propuestas se presentarán en el programa de monitoreo más adelante.

En la zona industrial donde se ubica la planta concentradora, se realizaron tres mediciones y dos en el área de operaciones mineras, determinándose que los niveles de ruido no exceden los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental, (ECA)-ruido para zona industrial diurno de 80.0 dBA,

1.6.8 Hidrología

El sistema hidrológico está formado por un conjunto de glaciares, lagunas alto andinas, ríos aportantes, que constituyen ecosistemas especiales (humedales alto andinos) y suministran agua para uso poblacional y para las operaciones minero-metalúrgicas.

1.6.9 Recursos hídricos superficiales

El área de operaciones mineras, industriales actuales y proyectadas se ubica principalmente en la cuenca del río Mishca y la cuenca de la Quebrada Sacllani, afluente del primero. Ambas cuencas pertenecen a la cuenca del río Sondondo. El río Mishca nace de la confluencia de los ríos Rajaure y Marcachata y se alimenta, en su curso inferior, de la quebrada Sacllani, afluente por la margen izquierda del mismo y discurre hacia el río

Sondondo que confluye en la localidad de Tincoj con el río Pampas a unos 15 km, aguas abajo del emplazamiento minero Catalina Huanca.

Por su lado, la subcuenca de la quebrada Sacllani tiene una extensión de 7.83 ha comprendido desde su confluencia con el río Mishca hasta la divisoria formado por el cerro Accolla y el cerro Sayac y recibe el aporte de la quebrada Cañay Pampa, la misma que discurre en dirección sur, desde una altura de 3,250 msnm. La quebrada Saccllani nace en la altura 3850 msnm aproximadamente, drena en dirección sureste, hasta su confluencia con el río Mishca tiene una longitud de aproximadamente 5.5 km y una gradiente promedio de 13°.

La cuenca de la quebrada Huanca Huaijo es de 984.3 ha, y discurre en dirección ENE, desde la divisoria de la cuenca hasta su desembocadura en el río Sodondo, sobre una longitud de 3.6 km y una gradiente promedio de 15°.

La subcuenca de la quebrada Marcapampa, tributaria de la quebrada Huanca Huaijo, tiene una extensión de 159.4 ha comprendido desde su confluencia con la quebrada Huanca Huaijo hasta la divisoria formado por el cerro Accolla.

La calidad del agua Catalina Huanca cuenta con seis estaciones de monitoreo de calidad de aguas que monitorea trimestralmente desde el año 2005, las aguas se caracterizan por ser principalmente neutras a alcalinas con un PH que oscila entre 7.5 u.e. y 8.5 u.e.

La conductividad eléctrica, es muy variable dependiendo del punto de medición varía desde 48 a 1077 $\mu\text{S}/\text{cm}$,

Los valores del oxígeno disuelto son mayores a 3 mg/l (valor mínimo establecido por la ley general de agua para todos los usos de agua) con una media de 4.3 mg/l y un máximo de 7.4 mg/l. Solamente en la

quebrada Sacllani se ha registrado una sola medición de 2.4 mg/l en el tercer trimestre de 2005.

La concentración total de sólidos en suspensión tiene una media de 15.4 mg/l en general, observándose un incremento en la parte baja de la cuenca del río Mischca, lo que principalmente estaría relacionado con el mayor arrastre de sedimentos en época de lluvia.

En general las concentraciones de metales totales se encuentran por debajo de los valores establecidos de acuerdo con la Ley General de Agua para el uso de riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales.

Adicionalmente, se realizaron con monitoreos de calidad de agua en 6 puntos estratégicos de acuerdo a las actividades planteadas. Del registro de mediciones en campo se desprende que los caudales son bajos por haber realizado la campaña en época de sequía y las aguas son de carácter neutro a moderadamente alcalina. Con respecto a los valores del oxígeno disuelto todos los valores son por encima de 3 mg/l, que es el valor mínimo establecido por la Ley General de Agua para todos los usos de la misma.

De los resultados de laboratorio se estableció que las muestras cumplían con los valores establecidos por la Ley General de Agua para el uso de riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales, para concentración de metales, con excepciones en algunos resultados.

Se realizaron monitoreos de calidad de agua en las épocas de estiaje y avenidas entre el los años 2009 a 2010. Los puntos de monitoreo estuvieron ubicados en el río Raccaure, Marcachata, Mishca (aguas arriba y aguas debajo del Área del Proyecto), así como el efluente de la poza de recirculación).

En términos generales, se puede concluir que los parámetros evaluados se encontraron por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para el agua, establecidos en el D.S. N°002-2008-MINAM para la categoría 3.

1.6.9.1 Recursos hídricos subterráneos

En el sector de las operaciones de mina, existen cinco unidades hidro-estratigráficas principales, que controlan el flujo del agua subterránea en la roca y tres unidades hidro-estratigráficas que controlan el flujo de agua subterránea en los depósitos cuaternarios.

El sistema de flujo, en el área de operaciones de mina, tiene una escala debido a la presencia de zonas de descarga bien definidas. Se ha estimado que el nivel freático inicial del agua subterránea (pre-minado) en la cuenca de la quebrada Sacllani estuvo a menos de 50 m. de profundidad, mientras que en las unidades calcáreas, se estima que el nivel freático estuvo a una profundidad mucho mayor.

En general, la recarga del acuífero es baja durante la estación seca debido al descenso de las precipitaciones y al incremento de la evapotranspiración y durante la estación húmeda la recarga del acuífero va aumentando debido a que la humedad y la precipitación se incrementan considerablemente. Los ingresos de agua debido al escurrimiento de agua superficial a través de las chimeneas, fracturas abiertas o subsidencias parecen ser mínimos. Los mecanismos de recarga, en el área de la mina, parecen estar en un nivel intermedio a bajo.

1.6.10 Hidrogeología

El drenaje regional pertenece a la cuenca del río Sondondo, el cual discurre dirección noreste hasta su confluencia con el río Cangallo (Pampas), perteneciente a la vez a la cuenca hidrográfica del Amazonas. La altitud del punto de confluencia entre la quebrada Sacllani y río Mishca es 2500 msnm, mostrando pendientes de 22% y 8 %, respectivamente. Ambas quebradas son de aspecto semiencañonado a encañonado. El flujo base del

río Mishca y quebrada Sacllani durante la estación seca proviene de filtraciones y manantiales. La naciente de ambos se encuentra a una altitud aproximada de 4000 msnm y 3850 msnm, respectivamente.

Varias quebradas pertenecientes a la subcuenca del río Mishca, en la época seca, no tienen agua y algunos manantiales que puedan existir son solo subsuperficiales.

De acuerdo con el aforo realizado en mayo del 2006, las micro cuencas del río Mishca, hasta la confluencia con la quebrada Sacllani, proporcionan un caudal total aproximado de 400 lts/s.

1.6.11 Suelo

Según la clasificación Taxonómica de Suelos (Soil Taxonomy, 2006), los suelos encontrados en el área de estudio pertenecen a dos órdenes: Entisols (constituido por suelos poco desarrollados y como subórdenes a Orthents, el cual muestra evidencia de meteorización y erosión reciente, saturados de agua) y Spodosols (suelos ácidos que caracterizan por una acumulación de humus del subsuelo y que forma un complejo con Al y Fe).

Considerando los lineamientos del sistema de clasificación de tierras por capacidad de uso mayor, se ha diferenciado dentro del área de estudio, dos unidades de capacidad de uso mayor a nivel de subclase; las que se encuentran distribuidas en el mapa, en términos de dos unidades no agrupadas y dos unidades agrupadas.

Las subclases de capacidad de uso mayor, identificadas en el área, pertenecen al grupo de tierras aptas para producción forestal y tierras de protección.

Por otro lado, según la escala propuesta por la Unión Geográfica Internacional (UGI), la zona de estudio fue agrupada en tres categorías de uso de la tierra:

- Clase1: Terrenos urbanos y/o instalaciones gubernamentales y privadas.
- Clase2: Terrenos de praderas naturales
- Clase3: Terrenos sin uso y/o improductivos.

La descripción de los suelos del área de las operaciones mineras, se describe a base de los estudios realizados anteriormente, cubriendo en su totalidad la extensión del área de emplazamiento de las operaciones mineras actuales y proyectadas. Además, la caracterización de los suelos ha sido completada con los resultados de las muestras tomadas en campo, como parte de las investigaciones realizadas en la zona de Accolla y Amanda en el año 2006.

Se han estudiado los suelos en el entorno del Proyecto sobre una extensión de 6094.64 ha.

En general, las unidades y asociaciones de suelos se caracterizan por su origen derivado de materiales residuales, textura media a fina, PH que tiende a neutro y un alto porcentaje de saturación de bases.

1.6.11.1 Capacidad de uso mayor de la tierra

Se encuentran cinco categorías mayores establecidas en función a la vocación natural de la tierra para producir un determinado grupo de plantas, conformando áreas que tienen características similares en cuanto a su aptitud natural, denominadas grupos de Capacidad de Uso Mayor (Reglamento de Clasificación de Tierras, D.S. N° 0062/75 AG). Son las siguientes: tierras aptas para cultivos en limpio, tierras aptas para cultivo permanente, tierras aptas para pastos, tierras aptas para producción forestal y tierras de protección.

1.6.11.2 Uso actual de la tierra

a) Centros poblados y tierras no agrícolas

Zonas Industriales; corresponde a las instalaciones de la Unidad Minera Catalina Huanca, incluyendo infraestructura tal como, área de

operaciones mineras, planta concentradora, oficinas administrativas, campamentos, caminos de acceso, área de maniobra de camiones, depósitos de residuos (relaves y desmonte). Los caminos de acceso al área de operaciones mineras, la planta industrial San Jerónimo y demás instalaciones son afirmados y se encuentran en condiciones regulares.

Centros poblados; corresponde a huertos familiares, chacras de panllevar, caseríos, viviendas rurales y similares. En esta subcategoría, los centros poblados considerados son aquellos que se encuentran dentro del área de estudio, tales como: Raccaya, Santa Rosa de Sacllani, Uyucassa, Chumbilla, Huanca Pampa, Taca y Apongo.

b) Tierras agrícolas

Cultivos en Limpio, en el entorno del Proyecto el uso del terreno es limitado principalmente debido a la fisiografía permitiendo solo desarrollar actividades agrícolas a pequeña escala. Las especies cultivadas en estas áreas son variadas, habiendo observado cultivos de trigo, alfalfa y maíz.

Cultivos permanentes (árboles), este uso del terreno es significativamente reducido circunscribiéndose a pequeñas terrazas, ubicadas en la parte media de la quebrada Sacllani en donde existen pequeños sembríos de árboles frutales (palta, manzanas, melocotón), así como en pequeñas áreas en las laderas donde han sido sembradas pequeñas extensiones de especies arbóreas principalmente de eucalipto (Eucalipto Chumbilla).

Pastos naturales, este uso del terreno es el más extendido en el área del proyecto, distribuyéndose ampliamente por todas las laderas en donde no se han construido andenes.

Tierras boscosas, este uso del terreno está referido a las áreas con especies arbóreas silvestres que se encuentran asociadas con vegetación arbustiva. Su distribución es reducida en el área del proyecto

Tierras áridas o improductivas; constituidas por los lechos y afloramientos rocosos, laderas de fuerte pendiente, tierras no aprovechables o con escaso potencial agrícola y forestal. Ocupan una gran extensión dentro del área del proyecto, estimado en 3,600 ha.

1.6.12 Ambiente biológico

a) Zonas de vida

Según el mapa ecológico del Perú (INRENA, 1995), el área de estudio comprende tres zonas de vida, páramo muy húmedo – subalpino subtropical; bosque húmedo-montano; subtropical y bosque seco-montano subtropical.

b) Flora

En la zona de evaluación, se registraron un total de 71 especies de plantas entre vasculares y no vasculares, Se distribuyen en tres divisiones: bryophyta (2 especies), pteridophyta (5 especies) y angiospermae (64 especies). Las plantas estuvieron distribuidas en 34 familias, de las cuales las Asteraceae tuvieron mayor riqueza específica formando el 17 % del total. El otro grupo representativo fueron las Poaceas ogramíneas con un 10%.

La cobertura dominante en la zona del Depósito en el área del Proyecto es de *Viguiera procumbens* “sunsho” y *Medicago lupulina* “trébol macho”.

Por otro lado, según el DS 043-2006-AG, en la zona del proyecto se encuentra una especie amenazada de flora, la *Salvia opposita* flora (NT) como casi amenazado.

c) Fauna

En el área de estudio, se registró un total de 20 especies de aves distribuidas en 17 géneros y 14 familias de aves; la avifauna está compuesta mayormente por especies de la familia emberizidae los cuales son de hábitos granívoros principalmente (25 %). Estas especies son comunes a este tipo de ecosistemas y su abundancia y presencia depende, exclusivamente, de la disponibilidad de recursos (hábitat y alimentos), siendo la emberizidae *Zonotrichia capensis* la más abundante.

El registro de la fauna se realizó mediante avistamientos directos e indirectos por indicios – de los animales durante los traslados en el área del proyecto y entre la vegetación. Los animales más notables fueron las aves silvestres y los mamíferos domésticos. De los animales registrados, dos especies son reptiles, doce aves, cinco mamíferos silvestres y cuatro mamíferos domésticos que forrajean la flora silvestre del área del proyecto.

Los ambientes acuáticos de importancia para el proyecto son el río Sondando, por ser la cuenca colectora del río Mishca, y las quebradas Saclani y Rajaure donde se ubican las instalaciones existentes de la mina y las proyectadas.

La diversidad de organismos es baja, solo se han registrado seis especies, resaltando por su dominancia y amplia distribución – presencia en todas las muestras - la familia Chironomidae de la clase insecto. Por su parte, el análisis del fitoplancton reporta Cianobacterias (bacterias coloniales, fotosintetizadoras y fijadoras de nitrógeno) y algas microscópicas, fotosintetizadoras de las divisiones Bacillariophyta, Chlorophyta, Euglenophyta y Crisophyta.

Según el DS 034-2004-AG, se encontraron dos especies amenazadas de fauna. Vultur griphus, en peligro y puma casi amenazados, se debe recalcar que estas especies no han sido registradas en el área del proyecto durante la evaluación, sino se han tomado como referencia la información dada por los pobladores y literatura especializada, teniendo en cuenta que el área del proyecto no reúne las características propias del hábitat para estas especies influenciado por la actividad antrópica del área.

1.6.13 Línea base social del proyecto

La Asociación Multidisciplinaria de Investigación y Docencia en Población (AMIDEP) llevó a cabo un estudio socioeconómico en el marco del Estudio de Impacto Ambiental que el titular debe presentar al MEM, para desarrollar el Proyecto Integral en sus diversas operaciones en el área de concesión minera que posee. Para elaborar el presente estudio, se utilizaron

diversas fuentes tales como la información de los centros poblados ubicados en el área de influencia directa e indirecta de la unidad minera, estadísticas oficiales de los censos 1993 y 2005, información proporcionada por CHSM acerca de diversos estudios realizados en los centros poblados del área de influencia y de la aplicación de una encuesta de población y vivienda a los pobladores de la zona y las entrevistas estructuradas a las autoridades y líderes locales en abril del año 2007, en los centros poblados de Taca, Huancapampa, Santa Rosa de Sacllani, Chumbilla, Uyuccasa, Raccaya y Apongo.

Realizar un estudio socioeconómico de línea base de la población residente en los diferentes centros poblados que se hallan en el área de influencia de la concesión minera de Cía. Minera Catalina Huanca, con la finalidad de contar con información actualizada acerca de la realidad social, económica, cultural y organizativa de esta población, que permita evaluar los probables impactos sociales y ambientales que pudieran derivarse de las operaciones mineras realizada en el área de concesionada.

1.6.14 Centros poblados del ámbito del estudio

1.6.14.1 Centro poblado de Uyuccasa

Este centro poblado pertenece al distrito de Canaria. Aquí se encuentra el campamento minero de CHSM y las viviendas de los antiguos trabajadores y ex – cooperativistas que aún viven en la zona .La carretera atraviesa el pueblo y pasa muy cerca de las instalaciones del campamento. Las casas muy pequeñas, constan de dos piezas y hace mucho tiempo que no han sido refaccionadas. Según datos obtenidos en el estudio de línea base, elaborado por Social Capital Group el 72% de los pobladores de Uyuccasa, están en edad de trabajar, de ellos el 47% se dedica a la minería y solo el 22.7% a la agricultura. Cuentan con servicio educativo desde el nivel Inicial hasta la Secundaria, pero carecen de servicio de salud.

En cuanto a servicios básicos, cuentan con agua “potable”, energía eléctrica más no con desagüe, por lo que existen solamente letrinas públicas.

1.6.14.2 Comunidad campesina de Taca – C. Poblado Taca

Es una comunidad campesina con 120 comuneros y 37,859 ha. Es relativamente grande ya que está conformada por los anexos de Huancapampa, Chumbilla y Santa Rosa de Sacclani. Es un puerto terrestre, pues allí convergen la carretera que va a la provincia de Sucre y la que conduce a Canaria, Huamanga y los centros poblados de la zona. Es un lugar de alojamiento de los trabajadores de la mina Catalina Huanca, los que provienen de todas las latitudes del Perú. Muchas viviendas son alquiladas a los contratistas y trabajadores de la mina y se construyen “cuartos” expresamente para este fin. Actualmente, los pobladores dicen contar con aproximadamente 450 familias.

Cuentan con servicios de agua en la vivienda, algunas casas tienen desagüe, pero la mayoría usa letrina. Cuentan con luz eléctrica en la vivienda, mas no en las calles. La basura lo recoge el carro recolector. Los medios de información que usan son la radio y la televisión. Existe una intensa actividad comercial con muchas pequeñas tiendas. Existe un jardín infantil de niños, una escuela y un colegio cada uno con su respectivo local, la plaza principal está en construcción.

1.6.14.3 Anexo o centro poblado de Chumbilla

Forma parte de la comunidad campesina de Taca. El centro poblado se halla ubicado a 10 km del campamento minero y en él se observan pocas viviendas. Los que han quedado en Chumbilla, entre ocho (8) y diez (10) familias, se dedican a la agricultura: siembran papa, oca, olluco, cebada, trigo, habas, maíz, mashua, pero en pequeñas cantidades, solo para consumo o para el trueque. También son ganaderos: vacunos, ovinos y animales menores. En realidad se trata de agricultura y ganadería en muy pequeña escala debido a la escasez de tierras y agua. Tienen su local comunal donde se reúne el pueblo con sus autoridades, que usaban para PRONOEI. No cuentan con servicios de salud y en lo que se refiere a servicios básicos, solo tienen agua “potable” y energía eléctrica, mas no desagüe ni letrinas.

1.6.14.4 Anexo o centro poblado de Huancapampa

Es parte de la comunidad campesina de Taca. El centro poblado se encuentra a 20 minutos del campamento minero, por carretera afirmada que pasa por medio del pueblo. Existen entre 40 y 50 familias residentes en el pueblo. Las casas se encuentran a ambos lados de la carretera que es muy angosta. Cuentan con un local municipal de material noble que se encuentra en construcción, no hay una plaza principal, tiene tiendas y no hay teléfono. Existe una escuela primaria y un PRONOEI más no un colegio secundario. Los servicios básicos que tiene son el agua en sus viviendas que en verano escasea, no tiene desagüe usan el campo y la basura es recogida diariamente por el servicio de recojo dispuesto por la empresa minera. Para atenderse la salud acuden al Puesto de Salud de Taca.

Sus terrenos de cultivo son muy pequeños producen solo para consumo y en pocas cantidades especialmente cereales.

Las casas son de material rústico, adobe, piso de tierra, techo de calamina o teja y se encuentran muy deterioradas. Su fiesta patronal es el 30 de noviembre.

1.6.14.5 Anexo o centro poblado de Santa Rosa de Sacllani

Este poblado forma parte de la comunidad campesina de Taca. El pueblo se encuentra a 15 minutos del campamento en camioneta, en la carretera que va a Taca, las casas se hallan a ambos lados de la carretera, son muy pocas, según dicen los pobladores viven en el pueblo entre ocho y diez familias.

La mayoría de viviendas son de material rústico y algunas de ladrillo, techo de teja o calamina. Tiene servicio de agua en el domicilio y en la época de verano escasea; letrina y luz eléctrica, no hay alumbrado público, el carro recolector de la basura pasa todos los días, siendo un servicio de la empresa minera, no tiene plaza central, solo un campo, no

existen centros educativos, los niños van a estudiar al poblado más cercano, no hay teléfono, hay tiendas de abarrotes.

1.6.14.6 Comunidad Campesina de Raccaya-Centro Poblado de Raccaya

Raccaya es una comunidad campesina con 185 comuneros y 5924.61 ha de tierras. Actualmente es un caserío formado por más o menos 150 a 200 familias. Hay muchas casas de material rústico de adobe o tapia, techo de calamina o teja y piso de tierra, tienen servicio de agua en domicilio, el camión recolector pasa todos los días, de la empresa minera. El medio de información con el que cuentan es la radio. La gente se dedica a trabajar para la mina y algo en la agricultura. Quienes se dedican a la agricultura y ganadería, lo hacen en pequeña escala, por el tamaño de los terrenos, que son comunales y en otros sectores, propios. Tiene jardín infantil de niños, escuela primaria y colegio secundario, cada uno tiene su local. La educación es buena, según expresan algunos pobladores.

1.6.14.7 Centro poblado de Apongo – distrito

La hermosa Apongo se encuentra en una pequeña meseta con 190 comuneros hábiles, tiene letrinas y la basura la botan al campo o la queman. Cuentan con un área de 5087.125 ha. Se encuentra a una hora del campamento en camioneta. La carretera es afirmada. El pueblo cuenta con calles empedradas y en pendiente. Las viviendas son de material rústico, techo de teja, paredes de adobe, piso de tierra, los servicios básicos que tienen son agua entubada, luz eléctrica un colegio secundario y un jardín de la infancia y un comedor para niños. Hay servicio de Internet por el Programa Huascarán y funciona en el local municipal. Tiene una posta médica con dos técnicos. Existen organizaciones como el comité del vaso de leche y el comedor infantil. Los pobladores se dedican a la agricultura, siembran maíz, papa, manifiestan que la producción es muy poca y mala, hay plantas de tunas; todo es para el consumo. Cuentan con un canal de regadío que son usados en tiempo de verano. Los terrenos de cultivo producen solo para consumo, pues son pequeños.

1.6.14.8 Centro poblado Canaria – Distrito

Es la capital del distrito del mismo nombre en cuya circunscripción se encuentra la mayoría de las concesiones mineras de Catalina Huanca Compañía Minera S.A.C. La información que aquí se presenta corresponde a los datos censales.

1.6.14.9 Provincia de Víctor Fajardo

Es la más pequeña de las provincias ayacuchanas. Su capital Huancapi, se ubica a 3092 msnm, sobre la margen derecha del río Saccsara, afluente del Pampas. La zona más densamente poblada de la provincia se localiza sobre las riberas de este río.

1.6.15 Área de influencia social del proyecto

Luego del trabajo de campo y teniendo un mejor conocimiento de los alcances del proyecto, así como de los posibles impactos ambientales y sociales que este pudiera generar en los centros poblados estudiados, es posible clasificarlos por área de influencia en el ámbito del Proyecto Integral del Estudio de Impacto Ambiental en el área de concesión minera de CHSM.

Criterios para la definición de las áreas de Influencia del Proyecto, para ello es preciso tener en cuenta dos criterios:

- a) Ambiental: Hace referencia a los impactos causados directamente sobre el medio ambiente, vale decir sobre el agua, los suelos, vegetación y otros.
- b) Social: se refiere a la influencia que el proyecto pudiera tener sobre poblaciones cercanas, no necesariamente impactadas, ambientalmente.

1.6.16 Área de influencia indirecta (AII)

En el área de influencia indirecta se encuentran el pueblo de Canaria (Capital de distrito) y Huancapi como capital de la provincia de Víctor Fajardo.

Tabla N°3: Centros poblados estudiados

Lugares	CC y centros poblados del área de influencia directa por criterio social y ambiental AID	CC y centros poblados del área de influencia indirecta All
Comunidad campesina de Taca	X	
Anexo de Chumbilla	X	
Anexo de Huancapampa	X	
Anexo de Santa Rosa de Saclani	X	
Centro poblado de Uyuccasa	X	
Comunidad campesina de Raccaya	X	
Comunidad campesina de Apongo	X	
Canaria, capital del distrito del mismo nombre	X	X

Fuente: Catalina Huanca Sociedad Minera

1.6.17 Área de influencia directa (AID) del proyecto

1.6.17.1 Características demográficas de la población

Fueron entrevistadas 100 familias, conformadas por 431 miembros del hogar, que residen en el área de influencia directa (AID) por criterio ambiental, en los centros poblados de Taca, Chumbilla, Santa Rosa de Saclani, Huancapampa, Raccaya, Uyuccasa y la CC y centro poblado de Apongo.

- a) Sexo: hay mayor presencia de mujeres que varones, lo que significa una tasa de masculinidad de 91.6 hombres de cada 100 mujeres, en ambos grupos de centros poblados; en el AID por criterio ambiental, la tasa de masculinidad es más alta, el 93.4 que en AID por criterio social, que es 85.1.
- b) Parentesco: los jefes de hogar representan, en el total del área de influencia, el 23.2%, la cónyuge el 20.0% y los hijos el 48.3%; lo cual indica que el 91.5% de miembros del hogar de estos lugares son familias nucleares o sea conformadas solamente por los padres e hijos; y que el 8.5% son familias extendidas.
- c) Lugar de nacimiento: el 83.9% nacieron en el centro poblado de Apongo, mientras que en los centros poblados de AID por criterio ambiental, el

66.9% nacieron en estos lugares; el tercio restante proceden de otro lugar de la provincia, de la región o del país, lo que indica mayor población inmigrante en estos centros poblados que en Apongo.

- d). Edad actual: los menores de 15 años representan el 34.9%, con porcentajes casi similares en el AID por criterio ambiental como en el AID por criterio social. El grupo de 15 a 64 años, es decir, la fuerza laboral del lugar, en los centros poblados próximos a los centros de las operaciones mineras, AID por criterio ambiental es 60.5% y en el AID por criterio social es el 58.7%, la población mayor de 65 años, considerada por algunos como grupo de la tercera edad, es el 4.4% en el AID por criterio ambiental y el 8% en el AID por criterio social.
- e) Estado conyugal: los solteros representan más de un tercio de la población total, con idénticos valores en ambas zonas, AID por criterio ambiental y social. Los casados y convivientes en el AID por criterio ambiental, son el 62.4%, en cambio en el AID por criterio social, son menos, el 50%.

1.6.18 Viviendas y servicio básico

1.6.18.1 Características de la vivienda

- a) Tenencia de la vivienda: El 67% de familias viven en viviendas que son de su propiedad. Un porcentaje semejante, el 67% de familiar en el área directa por criterio social tienen esta misma condición respecto de su vivienda. Un 18.2% viven en casas que son de propiedad de la empresa minera. El porcentaje para el tipo de tenencia de la vivienda es bastante bajo 8.7%.
- b) Número de habitaciones en la vivienda: El 56.5% cuentan con una o dos habitaciones, mientras que los poblados del área directa asciende a 45%. En estos últimos centros poblados, el 42.9% de las viviendas de las familias entrevistadas tienen entre 3 y 4 habitaciones, mientras que en Apongo, este porcentaje es de 39.1%. Viviendas con 5 o más

habitaciones son escasas en la zona estudiada. Solo el 10% de las familias entrevistadas manifestaron tener este tipo de vivienda.

- c) Material de construcción de la vivienda: El 83.1% de las familias entrevistadas utiliza la calamina, mientras que en la comunidad de Apongo, se emplea, mayoritariamente, la teja (52.2%). Las paredes en el 92% de las viviendas de las familias entrevistadas en la zona son de tapia o adobe y el piso en el 87% de las viviendas, es de tierra.

1.6.18.2 Características de los servicios básicos

- a) Abastecimiento de agua: El 82% de viviendas de las familias encuestadas en toda la zona de estudio, cuenta con agua instalada en su interior.
- b) Servicios higiénicos: El 49% de las viviendas, cuentan con letrinas o pozos sépticos. De ellas el 82.6% corresponde a las viviendas de la comunidad de Apongo. Es importante señalar que el 48% de las viviendas carecen de todo tipo de servicio higiénico en la vivienda. En general el 41% de las viviendas de las familias entrevistadas, no cuentan con servicios higiénicos.
- c) Tipo de alumbrado: El 90% en la zona estudiada, cuentan con alumbrado eléctrico y solo el 10% utiliza velas o lámparas de kerosene.
- d) Eliminación de basura: El 53.2% de familias residentes en los poblados eliminan sus desechos sólidos o basura mediante el camión recolector de basura, servicio prestado por la Municipalidad. Esto contrasta con el 82.6% de familias del AID por criterio social quienes arrojan su basura al campo.

1.6.18.3 Los servicios básicos desde la perspectiva de las autoridades

- a) Agua potable: No todos los pueblos cuentan con una red pública de agua, aun cuando muchas viviendas cuentan con este servicio a nivel domiciliario. En casi todos los pueblos, el problema principal es la escasez de agua. Las fuentes de captación de agua son las “vertientes”, “manantiales” o “puquios” que, por lo general, son de agua permanente durante todo el año.
- b) Desagüe: Salvo el centro poblado de Taca, ningún otro tiene instalada una red pública de desagüe, a la cual están conectadas la mayoría de las viviendas del pueblo. En los demás centros poblados, existen silos y letrinas públicas. Es una preocupación de los pobladores la carencia de este servicio y las autoridades manifiestan su interés en dotar a sus pueblos de una red de desagüe que beneficie a la mayoría de los pobladores.
- c) Energía eléctrica: Con respecto al abastecimiento de energía eléctrica las autoridades expresaron que este servicio ha mejorado significativamente en casi todos los centros poblados de la zona, debido a su interconexión al sistema nacional de energía eléctrica.
- d) Disposición de basura: Las autoridades coinciden con los pobladores de Taca, Santa Rosa de Saclani, Huancapampa y Raccaya al manifestar que la basura se elimina mediante un camión recolector proporcionado por la empresa CHSM. Manifiestan las autoridades municipales que la basura se acumula en un botadero que no tiene ningún tipo de tratamiento, en una quebrada alejada de los centros poblados de la zona. Allí se acumula todos los desechos sólidos que se recogen de los diversos pueblos que cuentan con este servicio.
- e) Caminos y carreteras: Actualmente muchas de estas carreteras se hallan en reparación casi de emergencia, pues una reparación más apropiada tendrá que hacerse pasado el período lluvioso.

1.6.19 Instalaciones de transporte

a) Caminos y carreteras

La provincia de Víctor Fajardo, cuenta aproximadamente con una red vial de 194.4 Km, lo que representa apenas el 4% de la red vial del departamento de Ayacucho. De ellas, 96.7 Km, son carreteras afirmadas y 97.7 Km. Corresponde a trochas carrozables. A Catalina Huanca y al distrito de Canarias en general, se llega desde la costa vía Nazca – Pampa Galera – Putaccasa – Chumbilla – Taca – Canaria o por la carretera Los Libertadores a la altura de Pisco – Huamanga (Carretera asfaltada) – Cangallo – Huancapi – Cayara – Chincheros – Hualla – Tiquihua – Canaria (carretera afirmada).

b) Transporte público

En la zona, existe un reducido flujo de transporte público. En el ámbito de operaciones de CHSM, la empresa minera, desde 2005, ha instaurado el servicio del “Bus Popular”, el cual partiendo de Canaria recorre los poblados de la zona hasta llegar a Apongo.

Este recorrido lo hace dos veces al día, con la finalidad de trasladar a personas en general entre un distrito y el otro.

1.6.20 Servicios sociales

1.6.20.1 Servicio de salud desde la perspectiva de las autoridades

La zona estudiada es deficitaria en lo que a servicio de salud se refiere, salvo Taca y Apongo los demás centros poblados estudiados carecen de este servicio, razón por la cual deben caminar kilómetros e invertir horas en viajar hasta un centro poblado donde exista por lo menos, un puesto de salud. El puesto de salud existente en Uyuccasa pertenece a CHSM y solo presta apoyo a la población en casos de emergencias.

Por referencia de todas las autoridades entrevistadas, el servicio de salud que se ofrece en la zona, adolece de serias deficiencias,

Por esta razón, los pobladores se ven precisados a salir a Huamanga, Nazca o Ica para aliviar sus problemas de salud. Los puestos de Salud de Taca y Apongo es para las emergencias simples, pues las más graves no las pueden atender.

1.6.20.2 Servicio de educación en los centros poblados estudiados

La población sin educación tanto en el área de influencia directa por criterio ambiental (8.2%) como en el área de influencia directa por criterio social (6.2%), son relativamente menores que los registrados en el Censo 2005. Se observa que casi una tercera parte de la población del área estudiada, tiene educación primaria incompleta. Son pocos los pobladores que han logrado algún grado de educación secundaria, 24% en los pueblos del entorno próximo a la mina y 19.8% en la comunidad de Apongo. Estos porcentajes son semejantes para los que han logrado la secundaria completa, 16.8% en el área directa por criterio ambiental y 19.8% para el área de influencia directa por criterio social.

Cabe destacar que el 13.5% de pobladores de Apongo haya logrado estudiar y/o culminar algún año de educación superior.

Nivel de Educación, según Sexo: En los centros poblados estudiados destaca lo siguiente:

- Los bajos y nulo porcentajes de varones y mujeres sin educación tanto en ambas zonas estudiadas.
- Los porcentajes relativamente altos de varones con educación secundaria completa y superior en el AID por criterio social, vale decir en la comunidad de Apongo, el 54.4%.
- La participación de las mujeres en los niveles secundarios y superior tanto en el AID por criterio ambiental, de 16.6% y en el AID por criterio social el 15.9%; estos resultados indican las mejoras recientes en los niveles educativos de la población de ambos sexos en estos centros poblados.

1.6.20.3 Infraestructura educativa y calidad del servicio desde la perspectiva de las autoridades

En cuanto al servicio educativo se refiere, cabe señalar que no todos los centros poblados estudiados cuentan con establecimientos educativos en sus diferentes niveles y modalidades, desde el pre escolar hasta la secundaria. La existencia de escuelas y colegios tiene que ver con el crecimiento de los diferentes poblados de la zona. Por su parte, centros poblados como Uyuccasa y Raccaya, de larga tradición minera cuentan con jardines de infancia, escuelas primarias y colegios secundarios. Apongo, por ser capital de distrito cuenta con los centros educativos correspondientes a los tres niveles de la educación escolar: inicial, primaria y secundaria.

Los padres de familia que tienen posibilidades, prefieren enviar a sus hijos a las escuelas y colegios de la costa, Nazca, Palpa y aun Ica o a Huamanga, con la esperanza que allí reciban una mejor preparación escolar. Esta situación está dando lugar a la disminución significativa de alumnos por aula, lo que está llevando a la autoridad educativa correspondiente a suprimir plazas docentes y aun cerrar centros educativos, como en Chumbilla y Santa Rosa de Sacllani, con el consecuente perjuicio para la población escolar de la zona.

En síntesis, para las autoridades entrevistadas el servicio educativo presenta por lo menos dos tipos de problemas importantes: Uno referido a la infraestructura educativa, ya que la casi totalidad de los centros educativos no cuentan con un local apropiado al servicio educativo o requieren ser reparados y/o equipados con servicios higiénicos adecuados, material didáctico, mobiliario escolar y otros.

El otro tiene que ver con la calidad de la enseñanza, la que a su vez lo relacionan con la calificación y capacitación de los profesores y la permanencia de éstos en el centro poblado.

1.6.21 Producción agrícola

Los productos más cultivados en la zona son los cereales, llámense maíz, cebada, habas, arveja principalmente, el 68% de los jefes de

familia entrevistados así lo informaron. Le sigue en orden de importancia los tubérculos, papa, 25% de los entrevistados la siembran, ollucos y ocas cultivados por el 4% de los jefes entrevistados.

- a) Fuentes de agua; las principales fuentes de agua del distrito de Canarias en general y de cada centro poblado en particular, se hallan vinculados a la gran cuenca del río Pampas, el cual en su recorrido llega al río Ucayali para finalmente desembocar en el Océano Atlántico. En primer lugar, el poblado de Canaria se encuentra ubicado en la microcuenca de la quebrada del río Taca que desemboca en el río Pampas, conocido en ese tramo como río Cangallo.

La comunidad Uyuccasa se encuentra ubicada en la margen derecha de la quebrada del Saclani que vierte sus aguas en la microcuenca del río Mischa, el que desemboca en el río Sondondo en la subcuenca del mismo nombre. Esta es un afluente del río Pampas. Por su parte, el centro poblado de Taca se halla ubicada en la margen izquierda de la quebrada formada por el río Tejay Huasi que es afluente del río Taca, ubicado en la microcuenca del mismo nombre y que desemboca en el río Pampas, o río Cangallo.

El anexo de Huancapampa, se halla en la margen izquierda del río Huanca Huaijo que desemboca en el río Sondondo, en la subcuenca del mismo nombre, para terminar como afluente del Río Pampas. El anexo de Santa Rosa de Saclani: se encuentra ubicado cerca a la quebrada del río Saclani que vierte sus aguas en la microcuenca del río Mishca, el que desemboca en el río Sondondo en la subcuenca del mismo nombre y con este se convierte en afluente del río Pampas. El anexo de Chumbilla, se encuentra en la margen izquierda de la quebrada del río Saclani que vierte sus aguas en la microcuenca del río Mischa, el que desemboca en el río Sondondo en la subcuenca del mismo nombre. El anexo de Raccaya se halla en la margen izquierda de la quebrada Marcachata que vierte sus aguas en la microcuenca del río Mischa, el que desemboca en el río Sondondo en la subcuenca del

mismo nombre, siendo un afluente del Río Pampas. El centro poblado de Apongo se halla en la cuenca del río Mishca, que desemboca en el Sondondo para terminar su recorrido en el río Pampas. (Información obtenida del estudio “Línea de Base Social Catalina Huanca”, Social Capital Group, Junio 2007).

- b). Destino de la producción agrícola. Los jefes de familia entrevistados en ambas zonas de influencia, manifestaron que la mayor parte de su producción agrícola es destinada principalmente para el consumo familiar. Solamente un pequeño excedente se intercambia en los mercados zonales. El 88.2% del total de entrevistados, consumen su producción agrícola y el 11.8% la venden y consumen. Esta tendencia del destino de la producción es característica en las economías de subsistencia.

1.6.22 Producción pecuaria

En cuanto a la producción pecuaria, es deficiente y pobre, ella se circunscribe a la crianza de vacunos por el 20%; ovinos por el 10% de los productores pecuarios y de animales domésticos tales como aves, cuyes y cerdos, son el 24%. La crianza de animales domésticos es utilizada para el consumo familiar principalmente, y los vacunos y ovinos para el consumo y la venta.

- a) Destino de la producción pecuaria. Solamente el 26.7% de los entrevistados venden parte de su ganado ovino o vacuno, o algún derivado de estos como queso o lana. Los lugares de comercialización de la producción pecuaria, son los mercados locales como Huancapi y regionales, Huamanga. Las lluvias son utilizadas por el 45.8% del total de agricultores; en el área de influencia indirecta el 77.8% de productores agropecuarios cuentan con canales de riego.

1.6.23 Opiniones, actitudes y percepciones de la población y autoridades locales

a) Acciones necesarias para el desarrollo local

La principal y prioritaria acción demandada por la mayoría de los entrevistados del área de influencia directa es la dotación de mejores servicios básicos, en especial de agua potable, servicios higiénicos y saneamiento ambiental (disposición de los desechos sólidos), son conscientes que así lograrían tener mejor salud; el 71.4% del AID y el 60.9% del All, así respondieron. Una segunda acción solicitada por el 23.4% de los entrevistados del AID fue contar con mejores carreteras, canales de regadío y aulas escolares. Para el 13% de los entrevistados del All, la segunda acción solicitada fue recibir capacitación agropecuaria, minera, o de otra índole que les permita obtener mejores ingresos por su trabajo.

b). Opiniones sobre las autoridades locales

Las respuestas difieren entre los entrevistados del área de influencia directa y los del área de influencia indirecta. Según los primeros, solo el 16.9% han hecho alguna obra; otro, 16.9% han hecho gestiones para hacer obras pero sin resultados positivos; un 19.5% dijeron que han hecho muy poco porque son autoridades recién elegidas, pero esperan que harán algo en el futuro; y por último la mayoría, un 46.7% manifestaron que las autoridades no hacen nada para el pueblo, solo ofrecen cuando son candidatos pero cuando obtienen el cargo, no se preocupan por cumplir.

En el área de influencia indirecta, las opiniones son más favorables, el 26.1% manifestaron que las autoridades han hecho obras, el 8.7% que hacen gestiones, o han hecho muy poco, el 43.5%. Solamente una quinta parte de entrevistados, el 21.7% dijeron que sus autoridades no hacen nada para lograr el desarrollo de sus pueblos.

- c). Percepción de cambios en su situación familiar; en el área de influencia directa, el 61% de entrevistados respondieron que su situación familiar y personal, sigue igual, no ha cambiado en nada; esta misma percepción ha sido manifestada por el 56.5% de entrevistados del área de influencia indirecta. El 23.4% del AID de entrevistados dijeron que su situación familiar ha mejorado, porque tienen trabajo y mejores ingresos, el 26.1% del AII, manifestaron que su situación familiar ha empeorado, ahora se sienten más pobres y desprotegidos.
- d). Conocimiento acerca de las actividades mineras; el 73% del total de entrevistados conocen que hace entre cinco y siete décadas que se desarrolla minería en la zona; y este conocimiento lo tienen tanto en el área de influencia directa como indirecta. Más de la mitad de los entrevistados saben que las minas existentes en la zona fueron administradas por una empresa (36%) o por una persona (20%).
- e). Opiniones de la población con respecto a la minería y sus beneficios; el 13% del total dijeron que si contribuye, el 74% manifestaron que no contribuye y el 13% no saben. Las respuestas negativas superan tanto en el área de influencia directa como indirecta a las respuestas positivas, mostrando en principio el descontento de la población tanto en el AID como en el AII frente a la minería.
- f). Opiniones de la población sobre Catalina Huanca Sociedad Minera; el 36.3% manifestaron que las relaciones son conflictivas, debido a que los funcionarios de la empresa no cumplen con los compromisos o acuerdos pactados; un 27.3% opinaron que las relaciones son buenas; el 15.6% que las relaciones son más o menos, indefinidas en algunos casos y el resto declararon que no existe comunicación o no saben cómo son estas relaciones. Los entrevistados del AII, en su mayoría, opinaron que las relaciones interinstitucionales son conflictivas.

En el área de influencia directa, el 37.7% de entrevistados creen que la empresa minera los apoyará para la ejecución de Programas Sociales; el

24.6% piensan que no recibirán ninguna ayuda, y el 37.7% no supieron dar opinión alguna.

En el caso del área de influencia indirecta, la situación es indefinida, porque el 60.9% no saben si la empresa los ayudará, el 21.7% manifiestan que recibirán ayuda y el 17.4% creen que Catalina Huanca no les prestará ayuda de ninguna clase.

Los Programas Sociales, que según los entrevistados, podrían ser desarrollados en los centros poblados del área de influencia directa son: obras de infraestructura física como carreteras, canales de regadío, aulas escolares, postas médicas, lo mismo que capacitación agropecuaria, minera y ambiental, saneamiento y dotación de agua potable. Las respuestas dadas en el área de influencia indirecta por ser escasas son poco significativas.

En el AID, el 42.9% creen que faltaría trabajo, decaerían los negocios y habría más pobreza, dado que la Mina dinamiza la economía de la zona, el 16.9% volvería a su trabajo agropecuario, un 6.5% buscaría trabajo en otras minas; el 15.6% dijeron que no les afectaría, su situación seguiría igual; el 10.4% opinaron que si la Mina se va, el medio ambiente mejoraría, para ellos es positivo que cierren las operaciones mineras. En el AII, el 43.5% opinaron que no les afectará en nada si la mina cierra sus operaciones; el 26.1% dijeron que mejorará el medio ambiente y el 17.4% que decaerá la economía en la zona.

g) Opiniones sobre la actividad minera desde la perspectiva de las autoridades locales.

Es opinión generalizada entre las autoridades entrevistadas, que la actividad minera en la zona, tuvo en el pasado un fuerte impacto en el movimiento económico local, pese a los problemas económicos por los que atravesaron los diferentes operadores que explotaron la mina Catalina Huanca. La instalación de un campamento minero, dio lugar a la presencia masiva de muchas personas con capacidad adquisitiva

importante. Eso dinamizó fuertemente el comercio y los servicios en el pueblo.

- h) Planes y Proyectos de las autoridades locales para el desarrollo de sus centros poblados.

Respecto a los proyectos que desearían las autoridades que se ejecuten en sus centros poblados, cabe señalar que para las autoridades de la mayoría de los centros poblados visitados, la reparación de las instalaciones de agua y desagüe son prioritarias, así como el asfaltado de la carretera y/o calles de acceso al pueblo. Controlar la contaminación ambiental producida por el polvo de la carretera es también una preocupación importante de las autoridades de la zona.

Mejorar la educación escolar y la capacitación de adultos también forma parte de los proyectos de las autoridades para mejorar la calidad de vida de los pobladores de los centros poblados estudiados.

1.6.24 Área de influencia indirecta (AII) del proyecto

1.6.24.1 Características socio-demográficas

- a) La Población provincial y distrital

La población censada en el año 2005 en la provincia de Víctor Fajardo fue de 23,656 personas, que residen en una superficie territorial de 2260.19 km² y tienen una densidad poblacional de 10.47 habitantes por km². La tasa estimada de crecimiento de la provincia es muy baja, es de 0.2 promedio anual con un decrecimiento poblacional importante, debido a la emigración hacia los departamentos colindantes, principalmente hacia Ica.

- b) Indicadores demográficos. Según los datos censales, tanto el distrito de Canaria como Apongo han tenido tasas de crecimiento promedio anual negativo, con porcentajes altos de población menor de 15 años y con una tercera parte de la población residiendo en áreas rurales.

- c) Indicadores de educación. Las tasas de alfabetización total y femenina son altas, tanto en los distritos como en la provincia Víctor Fajardo, lo que se

manifiesta en los promedios de años de educación aprobados entre 3 a 4 años. La asistencia a la escuela primaria es mejor en el distrito de Apongo que en Canaria, idéntico fenómeno ocurre en la asistencia escolar al nivel secundario.

- d) Indicadores económicos. Las tasas de actividad económica en los dos distritos están entre 41% al 46%, de la población mayor de 15 años, la mayoría de la PEA se encuentra en el sector agricultura. Los asalariados representan más de un tercio de la PEA en Canaria y el 43.2% en Apongo.
- e) Indicadores de la vivienda. Tanto en Canaria como Apongo la falta de energía eléctrica es muy alta, lo mismo que de agua y desagüe en la vivienda. Son comunes las viviendas con pisos de tierra en los dos distritos, lo mismo que en la provincia.
- f) Indicadores de pobreza. Según la metodología de Necesidades Básicas Insatisfechas, calculados a partir de los datos censales de 1993, muestran que en el distrito de Apongo hay menos hogares pobres (72.9%) que en Canaria (86.7%) y en ambos, mucho menos que en toda la provincia.

1.6.25 Capacidad de producción

La unidad minera Catalina Huanca realiza la explotación de polimetales (cobre, plomo y zinc) mediante operaciones de minado subterráneo. Su capacidad de producción es de 1,000 TM/día.

1.6.26 Planta concentradora

Para el procesamiento de mineral con capacidad de producción nominal actual de 1,000 TMD, una tasa promedio de concentrado de 15% y una producción de relaves filtrados de 850 TMD. El procesamiento de mineral se realiza mediante el sistema de flotación convencional. Los relaves generados pasan a un espesador, siendo luego transportados mediante tuberías a la planta de filtrado.

1.6.27 Planta de filtrado

Recibe los relaves de la planta concentradora, allí se transforman los relaves en pulpa a relaves filtrados, con 88% de contenido de sólidos. Luego de ello, los relaves son transportados mediante camiones al área de depósitos de relaves filtrados.

1.6.28 Depósito de relaves filtrados

Los relaves filtrados son primero espesados y luego filtrados, de manera que se extrae el contenido de agua, adecuado para su disposición.

Por razones de estabilidad, los relaves filtrados requieren ser compactados. En este caso, se requiere de la desecación de relaves insitu. La producción de relaves, la pluviosidad- evaporación del sitio, el tiempo y áreas de desecación, la flexibilidad operacional puede limitar la aplicación de los relaves filtrados, el parámetro clave es el contenido de agua en los relaves depositados.

Localizados en la quebrada de Sacllani, los relaves filtrados son transportados mediante camiones, de la planta de filtrado a las canchas de depósito, donde serán descargados, esparcidos, secados y compactados al 95% del Proctor Estándar, para lo cual la humedad máxima de compactación de los relaves deberá ser menor al 11%. El depósito de relaves, en su primera etapa, está conformado por el dique principal y una estructura de bolonería acomodada en la base; toda la estructura se encuentra apoyada sobre la roca caliza, el proyecto tiene previsto la construcción de un dique hasta el nivel 3584 msnm, la conformación de un terraplén de base de material de préstamo y el emplazamiento de una estructura de pie conformado por un dique de concreto simple.

Tabla N°4. Proyectos en operación de relaves filtrados en Sudamérica

Lugar	Producción
Cerro Lindo (Ica-Perú)	15 000 TPD
Cobriza (Huancavelica-Perú)	5 000 TPD
Catalina Huanca (Ayacucho)	1000 TPD
Horizonte (La Libertad-Perú)	200 TPD
Chinchán (Perú)	200 TPD
La Coipa (Chile)	18 000 TPD
Manto Verde (Chile)	12 000 TPD
El Peñon (Chile)	3 000 TPD
Toqui (Chile)	1 800 TPD

Fuente: José Luis Lara, Líder del grupo Geotécnico-Relaves

Varias operaciones mineras en Perú están actualmente empleando las tecnologías de relaves filtrados tales como Cerro Lindo (15 ktpd), Cobriza (7 ktpd) y Catalina Huanca (1 ktpd) y otros en construcción, próximos a iniciar su operación tales como el Proyecto Toromocho (117 ktpd) y el Proyecto El Brocal (18 ktpd)", señaló. (Fuente: Horizonte Minero).

Tabla N°5. Densidad vs Contenido de agua de los relaves

Densidad de pulpa % solidos	Vol. De agua por tonelada de relaves m3/ton	Consistencia del relave
30	2.3	Pulpa
65	0.5	Espesado
75	0.3	Pasta
85	0.2	Filtrado

Fuente: José Luis Lara, Líder del grupo Geotécnico-Relaves Golder Associates

La humedad de compactación de los relaves filtrados es determinada por sus características geotécnicas y mineralógicas.

Planta de filtrado, contenido de solidos (Cs) de alimentación a la planta de filtrados: 65% - 75%; Contenido de sólidos a la salida de la planta de filtrado: 80% - 88%.

1.6.29 Descripción del depósito de relaves y obras conexas

El depósito de relaves filtrados Ramahuayco se ha diseñado en la parte alta de la quebrada Sacllani.

La propuesta para el proyecto Ramahuayco está proyectado hasta la cota 3584 msnm, tiene los siguientes elementos: pedraplén o bolonería acomodada, dique de contención diseñado con material de préstamo mezclado con relave en la proporción (3R:1P).

Pedraplén o bolonería acomodada, las características de diseño del pedraplén base del depósito son:

- Cota de corona: 3,468 msnm
- Ancho de corona: variable
- Longitud de corona: 27 m
- Talud aguas abajo: 1.5:1 (H:V)
- Volumen de relleno: 3,506 m³

Dique de contención. El dique de contención diseñado tiene las siguientes características:

Dique 1º Etapa

- Cota de corona: 3,502 msnm
- Ancho de corona: 4 m
- Longitud de corona: 94 m
- Borde libre: 1.00 m
- Talud aguas arriba: 1:1 (H:V)
- Talud aguas abajo: 1.5 H : 1 V - 1.75 H : 1 V
- Volumen de relleno compactado: 62,420 m³

Dique 2º Etapa, Cota 3520 msnm

- Cota de corona: 3,520 msnm
- Ancho de corona: 6 m
- Longitud de corona: 161.5 m
- Borde libre: 1.00 m
- Talud aguas arriba: 1:1 (H:V)
- Talud aguas abajo: 1.75 H : 1 V
- Volumen de relleno compactado: 219,840 m³

Dique 3° Etapa, Cota 3564 msnm

- Cota de corona: 3,564 msnm
- Ancho de corona: 32 m
- Longitud de corona: 175.5 m
- Borde libre: 1.00 m
- Talud aguas arriba: 1:1 (H:V)
- Talud aguas abajo: 2.5 H : 1 V
- Volumen de relleno compactado: 340,960 m³

Dique 4° Etapa, Cota 3584 msnm

- Cota de corona: 3,584 msnm
- Ancho de corona: 48 m
- Longitud de corona: 186.5 m
- Borde libre: 1.00 m
- Talud aguas arriba: 1:1 (H:V)
- Talud aguas abajo: 2.5 H : 1 V
- Volumen de relleno compactado: 360,410 m³

Plataforma o terraplén de base. La plataforma diseñada tiene las siguientes características:

- Cota de corona: 3,468 msnm
- Ancho de corona: variable
- Longitud de corona: 111.8 m
- Talud aguas abajo: 1.5 H : 1 V
- Volumen de relleno compactado: 94,579 m³

Dique de Pie – muro de concreto. Tiene las siguientes características:

- Cota de corona: 3,443 msnm
- Ancho de corona: 2.00 m
- Longitud de corona: 29.00 m
- Talud aguas arriba: 1 H : 4 V
- Talud aguas abajo: 1 H : 4 V
- Volumen de relleno compactado: 4,116 m³

Pila de relave filtrado. Las características para el diseño de la pila de relaves filtrados son las siguientes:

- Cota de plataforma: 3575 msnm
- Altura máxima: 110 m
- Talud de relleno: 4:1 (H:V)
- Volumen de almacenamiento: 656,952 m³

Las obras se distribuirán en función de la operación y necesidad de la mina.



CAPÍTULO II IMPACTO AMBIENTAL

2.1 Evaluación de impactos y sugerencias para el plan de manejo socio- ambiental

2.1.1 Evaluación de impactos

La evaluación de impactos ambientales desarrollará la identificación y evaluación de los impactos que podrían ser generados durante la ejecución de las actividades a desarrollar como parte de las obras que comprende el presente Proyecto Integral.

La evaluación de los impactos potenciales fue realizada tomando como base el diagnóstico ambiental del entorno, la información técnica proporcionada en su totalidad por CHSM respecto al presente Proyecto Integral, información bibliográfica obtenida de otras fuentes y aquella recopilada en las visitas de campo realizadas.

a) Metodología

La metodología empleada para la evaluación del impacto ambiental tuvo por objetivo evaluar la viabilidad de los componentes del proyecto, utilizando herramientas cualitativas de identificación y cuantitativas para la asignación de valores y determinación de la importancia del impacto, para ello se utilizó la matriz de causa-efecto para la identificación de impactos y para la calificación de los mismos.

b) Resultados

De la evaluación de impactos potenciales se concluye que:

- La alteración del relieve y en consecuencia del paisaje circundante, que se generará por las actividades relacionadas con movimiento de tierras y excavaciones en roca y terreno natural, así como para la construcción de los diques de los depósitos y el emplazamiento de los componentes del proyecto, se considera un impacto medianamente significativo; sin embargo, sus posibilidades de manejo se orientan a la aplicación de medidas de mitigación que reduzcan el impacto o restituyan el medio del área alterada al final de las operaciones.
- La alteración de la calidad del aire por el incremento de material particulado y polvo principalmente que se generen de las actividades de construcción por el movimiento de tierras, la extracción de material, el transporte de maquinaria y equipos; en la etapa de operación se originaría por el transporte de relave, pasta de relleno, y desmonte detrítico y en la etapa de cierre, por el movimiento de tierras producto de la demolición de las estructuras se considera un impacto medianamente significativo, puesto que el área de posible afectación estaría limitada al área de influencia directa, de acuerdo con la dirección del viento y las actividades por realizar en cada uno de los componentes. Sin embargo, se estima que la dispersión de los contaminantes no abarcaría más allá del área de influencia directa.
- Incremento de presión sonora o nivel del ruido, que se originará por el uso de las maquinarias necesarias para el desarrollo de las actividades en la etapa de construcción, así como por el transporte de relaves, equipos, desmonte, etc., se considera un impacto poco significativo, sobre todo por la puntualidad del impacto, es decir que no es generado por una fuente continua que generará un permanente incremento del ruido ambiental, sino más bien por actividades en la etapa de construcción y esporádicas. Este impacto también puede ser prevenido mediante el mantenimiento adecuado de las maquinarias que se vayan a utilizar, dando como resultado una evaluación de impacto y manejo

muy favorable para la viabilidad del proyecto. La generación de vibraciones en la zona, que se originaría por la realización de actividades preliminares para la construcción de los diferentes componentes del proyecto tales como excavaciones, compactación, traslado de maquinarias, etc; se considera un impacto poco significativo, sobre todo por la puntualidad del impacto, que al igual que el incremento del ruido, se origina por la utilización de maquinarias, y no por la operación continua de un foco emisor de vibraciones. Este impacto también puede ser prevenido mediante el uso adecuado de las maquinarias y restringiéndose a lo estrictamente necesario por el proyecto, dando como resultado una evaluación de impacto y manejo muy favorable para la viabilidad del proyecto.

- La alteración de la red de drenaje que se dará por la construcción del depósito de Relaves No 2, se considera un impacto medianamente significativo, debido principalmente a la duración del impacto, ya que el depósito de relaves de Amanda No 2, se emplazará de manera permanente en la cabecera de cuenca de la Quebrada. Sacllani y el de Accolla en la Quebrada. Marcapampa. Sin embargo, el diseño del depósito de relaves, ha contemplado el diseño de un sistema de estructuras hidráulicas, que consta de canales de derivación, en los tramos en que por razones de limitaciones topográficas se requiere salvar diferencias de altura considerables. Ha considerado también, el conducto mediante tuberías de HDPE que descargarán en disipadores de energía, antes de la entrega final al cuerpo receptor. De esta manera, se evacúan las aguas superficiales de la cuenca alta de la Quebrada. Sacllani a su cauce natural a la altura de las oficinas mina.
- La alteración de la calidad del agua se dará por la generación de un mayor volumen de efluentes, en la sección filtrado de la Planta Concentradora San Jerónimo un impacto poco significativo, debido a las condiciones actuales y óptimas de la calidad de agua en el punto cercano a la futura descarga y que se espera se siga manteniendo con la puesta en marcha del Proyecto. Paralelamente, el potencial impacto

sobre la calidad del agua superficial aguas debajo de la Planta concentradora, en el río Mishca, será prevenido mediante la puesta en marcha de la Planta de Tratamiento de aguas, que tratará un caudal máximo de 500 m³ La planta de tratamiento del efluente generado por la sección filtrado contará con trampas para arenas, aceites y grasas, tratamiento de sedimentación de sólidos en suspensión, uso de agentes químicos para captura o destrucción de sustancias contaminantes, disposición de lodos, así como con un sistema de recirculación de las aguas tratadas a la planta de beneficio, con una fracción que será vertida como efluente al río Mishca. Con la aplicación de las medidas de manejo, de carácter preventivo, la calificación final dio como resultado una evaluación de impacto y manejo muy favorable para la viabilidad del proyecto.

- Se retirará toda área que haya podido ser contaminada con lubricantes o combustibles, a fin de evitar que su permanencia junto con otros factores como lluvias, puedan separar los contaminantes y afectar otros factores del entorno. Asimismo, la revegetación, podría originar el rebrote de ciertas especies en las zonas que hayan sido anteriormente afectadas, recuperando el hábitat natural, aunque ello sea poco significativo, dada la pequeña área a disturbar por desbroce de cobertura vegetal, tal como ya se ha explicado en el acápite correspondiente.

2.1.2 Evaluación de potenciales impactos sociales

Las operaciones a ejecutarse como parte del Proyecto Integral del EIA, comprometerán la afectación de nuevas áreas de terreno que las que actualmente ocupa. La ejecución del proyecto, no demandará mucha mano de obra, por lo que el impacto a este nivel será mínimo.

- Los pobladores y autoridades manifiestan no “ver” los efectos positivos de la minería en sus centros poblados. Es más, dicen recibir de la empresa CHSM, solo pequeños aportes para obras de poca importancia para la población del entorno.

- Que la empresa da más ayuda a centros poblados como Taca y se olvida de los demás pueblos del entorno, que se hallan en el área de influencia directa del proyecto.
- Hay un gran desconocimiento por parte de los pobladores acerca de los objetivos del presente proyecto, lo que da lugar a interpretaciones inadecuadas del mismo, llevando a la población a generar rumores que no se ajustan a la realidad y van en detrimento de las buenas relaciones con la empresa. Igualmente desconocen de los beneficios que podría traer para la zona y los pobladores, la firma de convenios sobre uso de tierras por ejemplo. Los pobladores piensan que con la ampliación de la relavera, los efectos de la contaminación por polvo y ruido que ahora ya sienten, se incrementarán significativamente.

2.2 Medidas de mitigación

Dado que los componentes del Proyecto Integral del Estudio de Impacto Ambiental atravesarán los centros poblados del entorno, será necesario instruir al personal en todas las medidas de seguridad que deberán tener presente para evitar accidentes con las personas, especialmente los niños y con los animales (perros, ovejas y otros) de los pobladores.

Las unidades motorizadas deberán tomar todas las precauciones necesarias para evitar dañar a las personas y/o animales de los pobladores, así como para no levantar demasiado polvo al paso de sus unidades motorizadas.

Para evitar posibles desbordes del río Mishka, será necesario realizar los estudios necesarios a fin de tomar las medidas de contingencia pertinente y evitar así un daño que podría afectar no solo a los pobladores de la zona, sino a todo poblador que reside a lo largo del curso del río, especialmente a los pobladores de Apongo, quienes manifiestan que esas aguas se usan para regar las tierras bajas de la comunidad.

Respecto a la impresión de los pobladores y autoridades sobre el poco apoyo de la actividad minera en el desarrollo de la zona y concretamente al mínimo apoyo dado por la empresa CHSM, sería conveniente, desarrollar un Plan de Comunicaciones más intensivo a fin de tener contacto frecuente con los pobladores y autoridades y coordinar con ellos posibles proyectos e informarles sobre otros que se hallen en curso.

Para ello la empresa deberá explicar a la comunidad acerca de los lineamientos contenidos en su Plan de Relaciones Comunitarias cuyo objetivo principal es “establecer lineamientos básicos para asegurar relaciones adecuadas con la comunidad.

Informar con claridad y la debida anticipación a los pobladores sobre los trabajos que se van a realizar, a fin de evitar la suspicacia y desconfianza, derivadas de una información incompleta así como para que tomen las medidas necesarias para impedir posibles accidentes personales o con su ganado y/o cultivos. Así podría evitarse la politización de la información que perjudica la comunicación entre la comunidad y la empresa.

La empresa deberá procurar mantener un buen nivel de diálogo entre los funcionarios de la empresa y las autoridades y líderes comunales, a fin de que los acuerdos y convenios suscritos o por suscribirse entre ambos, puedan ser monitoreados por ambas partes y dejar así constancia de su pleno cumplimiento.

Todo esto supone un trabajo sostenido con los pobladores, para ello la realización de talleres de consulta de información y difusión, para informar acerca de la actividad minera, los cuidados ambientales que se han puesto en marcha para la protección del medio ambiente, la participación de jóvenes y mujeres de la comunidad en el progreso de la zona y la región, la posibilidad de llevar a cabo proyectos de desarrollo sostenible en las comunidades involucradas, entre otros temas lo que son importantes desarrollar con cierta periodicidad.

Estos talleres de consulta de información y difusión estarían a cargo de la oficina de Relaciones Comunitarias de la empresa en los principales centros poblados, con la asistencia de los pobladores y de sus autoridades locales, en los que se recojan las inquietudes de la población, respecto a aquellos problemas que suponen tienen relación con la presencia de la empresa en la zona.

Todo esto dentro del marco de ese Programa de Acción del Plan de Relaciones Comunitarias, que incluye. Programas de capacitación en Relaciones Comunitarias al personal, contratación de personal de la zona, compra de productos locales, comunicación y divulgación de información pertinente, apoyo a comunidades en proyectos de desarrollo social, aplicación del código de conducta para los trabajadores.

También dar a conocer a la población sobre los planes de capacitación, seguimiento y monitoreo, con participación comunitaria, vinculado al manejo del cuidado del medio ambiente.

Realizar un Programa de comunicación que involucre discusiones grupales mediante la conformación de grupos focales con personas representativas (8 a 10 personas), para intercambiar ideas sobre el Proyecto de Ampliación de la Relavera.

Para ello se presentan algunos lineamientos de lo que podría ser un Plan de Comunicaciones dirigido a las comunidades del área de influencia del Proyecto Integral del estudio de impacto ambiental.

2.3 Área de influencia directa (AID)

2.3.1 Criterio ambiental

En el área de la mina esta la comunidad campesina de Taca y sus anexos, los centros poblados de Chumbilla, Huancapampa y Santa Rosa de Saclani; en el área del campamento se halla el centro poblado de Uyuccasa; en el área de la Planta de Beneficio, la comunidad campesina de Raccaya.

2.3.2 Criterio socioambiental

- a) Comunidad campesina de Apongo: Se encuentra ubicada en la cuenca del río Michca aguas abajo, que viene desde la comunidad de Raccaya, donde se halla la Planta de Beneficio San Jerónimo. A pesar de una relativa distancia del centro de operaciones mineras, más o menos una hora y media por la trocha carrozable actualmente existente, los pobladores podrían eventualmente sufrir algún impacto, por algún evento que se produjera en la cuenca del río Michca. Sin embargo, el impacto real va por las expectativas laborales y de apoyo a los pobladores en obras de interés comunal.

- b) Centro poblado de Uyuccasa: Este centro poblado, según información proporcionada por el INEI, pertenece al distrito de Canaria. Sin embargo, existe una Resolución del gobierno Regional, que lo incorpora al distrito de Apongo. Es más, muchos de los pobladores, poseen tierras de cultivo y pastoreo en Apongo. Aquí se encuentra el campamento minero de Catalina Huanca y las viviendas de los antiguos trabajadores y ex cooperativistas que aún viven en la zona.

2.4. Plan de manejo ambiental

El objetivo del Plan de manejo ambiental es establecer los lineamientos adecuados para la protección del medio ambiente, la salud y seguridad humana, mediante la propuesta de medidas que comprendan la prevención, mitigación, y corrección de los impactos identificados en el capítulo anterior. Igualmente busca presentar aquellas medidas de manejo ambiental que se consideraron para la implementación de los componentes que han sido construidos y descritos, correspondientes a la descripción del Proyecto CHSM será responsable de controlar las emisiones, descargas y eliminación de todos los productos derivados que resulten de la puesta en marcha del Proyecto, y que pudieran representar algún riesgo para el ambiente natural, ya sea debido a concentraciones excesivas o como consecuencia de la exposición prolongada, por encima de los niveles máximos permisibles.

Por otro lado, los contratistas serán responsables de su equipo de trabajo, de las actividades que realiza, y con ello las distorsiones que pueda

causar al medio, desde el inicio hasta el fin de las actividades comprendiendo la rehabilitación del sitio. Asimismo, CHSM deberá ser responsable de la supervisión de las actividades del contratista.

CHSM, cuenta con una política integrada de salud, seguridad y medio ambiente, la cual tiene por finalidad establecer los lineamientos base para la ejecución de sus actividades.

2.4.1 Programas de manejo ambiental

Los programas fueron divididos de acuerdo con las características de manejo que puedan tener los impactos identificados, de tal manera que se puedan seguir lineamientos ordenados, y que permitan desarrollar las actividades de manera sostenible con el ambiente. También se describen las medidas de manejo.

2.4.2 Medidas de manejo por componente

A continuación, y de manera más específica se describirán las medidas de manejo que se aplicaron en el caso de componentes construidos y parcialmente construidos, y aquellas que se aplicarán principalmente durante el proceso de operación de los componentes de modificación, por ser esta la etapa más crítica y de mayor duración y además porque las etapas de construcción y cierre se caracterizan por actividades similares principalmente de remoción de tierras, cuyas medidas de manejo son similares también y pueden ser tratados mediante medidas rutinarias.

2.4.3 Planta de relleno en pasta

El principal impacto negativo que se pueda generar de la operación de la Planta de relleno en pasta, estaría relacionado con el aspecto ambiental correspondiente a la generación de efluentes cuando la planta entre en mantenimiento, o cuando se paralice por emergencias. Por ello, parte de los componentes de modificación son las pozas de contingencias No 1 y No 2, las cuales se ubicarán en la zona denominada Estadio, y en las cuales se verterán las aguas de limpieza de los equipos, pisos y lluvias, así también servirá como contingencia ante problemas operativos, de corte de

energía y las ocasionales mezclas que no se puedan emplear al no cumplir los requisitos exigidos por la operación.

De esta manera, se evitará que estos efluentes sean vertidos a la Quebrada Sacllani, siendo esta el más cercano y sin previo tratamiento.

2.4.4 Filtros prensa en la planta concentradora San Jerónimo

La instalación de filtros prensa no genera ningún impacto negativo al ambiente, por el contrario es positivo al reducir la humedad del relave y que pueda ser este procesado inmediatamente en la planta de relleno en pasta para ingresarlo a interior mina. No se consideran medidas de manejo específicas para este componente.

El manejo ambiental de los depósitos de relaves está concebido desde el diseño propiamente dicho de estas estructuras, de manera que se tomen en cuenta, principalmente, las condiciones hidrológicas y sísmicas del área ya que son estos factores los que pueden converger para ocasionar que la estabilidad de los depósitos falle y genere contaminación sobre otros factores del medio, por ejemplo, cursos de agua aledaños, suelos, viviendas etc. En ese sentido, el diseño de los depósitos de relave filtrado de Amanda No 2, Huacracassa, Amanda No 1 y depósito de secado de relave, comprende una serie de medidas que han sido tomadas en cuenta para su construcción.

2.5 Programa de prevención

Comprende la planificación, considerada como una medida preventiva general, dado que ella conllevará al buen conocimiento de las actividades, y que permite administrar el tiempo adecuadamente, de tal forma que las actividades se realicen sin apuros, lo que podría ser causa de incidentes y/o accidentes; y la capacitación, es un factor muy importante, ya que el desarrollo de los diferentes componentes del Proyecto, implica la presencia de contratistas en la zona que son ajenos al sistema de manejo ambiental en la mina, por ello, todo personal ajeno a la mina y que sea incorporado para la realización de diferentes actividades, deberá recibir un programa de inducción y capacitación, de manera tal que se familiaricen con la normativa

interna, y tener presente que sus acciones deberán regirse a aquellos parámetros previamente establecidos.

2.5.1 Programa de control y mitigación

Las medidas de mitigación son aplicables a aquellos impactos, cuyos efectos son inevitables, pero se pueden efectuar obras o actividades dirigidas a restaurar o reparar las condiciones del medio ambiente afectado, con la posibilidad de dejarlo, en la medida de lo posible, en iguales condiciones a las encontradas con antelación a la intervención por parte del proyecto. Comprende, a su vez, control del ruido y vibraciones, el objetivo de estas medidas será mitigar el incremento del nivel de ruido y vibraciones, producto de las actividades y equipos necesarios para su ejecución, en cada una de las actividades a realizarse, evitando molestias a poblados aledaños, a la fauna local y afectar a salud de los trabajadores.

Protección de la calidad del aire tiene como objetivo, minimizar la generación de material particulado, polvo y emisiones, provenientes principalmente de los trabajos de remoción de tierras, transporte de relaves, disposición, etc., así como de gases de combustión que puedan afectar la calidad del aire.

Control del tránsito vehicular; ésta medida tiene como objetivo evitar el congestionamiento de los accesos dentro de la mina, y con ello también prevenir accidentes.

Protección de la vegetación, cultivos y suelos, tiene como objetivo, proteger y minimizar el desbroce de la cobertura vegetal, así como compensar los terrenos de cultivo que podrían verse afectados por las actividades a llevarse a cabo a lo largo de la concreción del Proyecto.

Control de la calidad del agua, esta medida tiene como objetivo minimizar los impactos sobre la calidad de las aguas superficiales, de los cursos adyacentes a las actividades de construcción, operación y cierre; así como optimizar el uso del agua, siendo este un recurso escaso en la zona

Protección de especies de flora y fauna, los trabajadores y/o contratistas que presten servicios dentro del área del proyecto tienen la obligación de proteger y cooperar en la conservación de los recursos naturales del entorno de la operación minera de CHSM.

- a) Manejo de residuos: comprende la caracterización, instalaciones y consideraciones para el manejo de residuos.
- b) Manejo de materiales peligrosos: Los materiales que se adquieran para la utilización en las diferentes actividades de cada una de las etapas, ya sea por el contratista o trabajadores, deberán contar con su respectiva Hoja de Seguridad (MSDS). El Proyecto de modificación, en ninguna de sus etapas requerirá del uso de explosivos.
- c) Manejo de aceites, grasas, lubricantes y combustibles
Los aceites y grasas residuales son considerados residuos peligrosos, y deben ser dispuestos, adecuadamente, a fin de evitar la contaminación de los recursos. Estos aceites o grasas, serán generados principalmente producto del mantenimiento de la maquinaria y equipos durante la ejecución de la obras. El manejo de los aceites residuales, será básicamente el adecuado confinamiento en cilindros resistentes a la corrosión, para su posterior disposición.

2.5.2 Programa de monitoreo

Su objetivo es establecer los lineamientos e indicadores que verifiquen el cumplimiento de los programas de manejo planteados, de manera que las actividades se lleven a cabo de manera armoniosa con el medio.

Monitoreo de la calidad de agua superficial y efluentes: debido a la ubicación de los nuevos componentes del Proyecto de modificación, se ha creído por conveniente reubicar las estaciones de monitoreo de la calidad de agua y efluentes, de manera que sean representativas de las operaciones futuras. En estos puntos de monitoreo, también se determina el caudal de aforo. Es así como se han determinado 6 puntos de monitoreo de calidad de agua y dos de efluentes acordes con las actividades, las cuales serán monitoreadas, trimestralmente.

Calidad del aire y monitoreo de ruidos: Igualmente las estaciones de calidad de aire serán reubicadas, siendo para el inicio de las operaciones del proyecto un total de ocho en toda el área de operaciones mineras, así se obtendrán resultados representativos de las actividades. Igualmente, se monitoreará trimestralmente.

Monitoreo de la calidad del suelo: Si bien durante la ejecución de la línea base se realizaron muestreos de suelo en diferentes puntos alrededor del Proyecto de Modificación, estos fueron para complementar la información existente sobre las asociaciones de suelos existentes en el área de la concesión minera de CHSM.

Monitoreo biológico: Para la elaboración de la línea base para el presente Proyecto de modificación, se realizó un levantamiento biológico del área de influencia del proyecto, por lo que de ser necesario se actualizará esta información de manera anual.

2.6 Programa de seguridad e higiene minera

Tal como lo exige el Reglamento de seguridad e Higiene minera, aprobado por Decreto Supremo N° 046-2001-EM, CHSM ha desarrollado un Programa de seguridad e Higiene minera para las operaciones actuales de la Unidad minera, el mismo que se adecua al Proyecto de modificación.

El programa busca identificar las medidas, procedimientos, equipos y políticas requeridos para promover y proteger la salud y el bienestar de los trabajadores.

2.6.1 Administración de la seguridad

Catalina Huanca Sociedad Minera, para sus actuales operaciones ha establecido un Programa de seguridad e Higiene minera, constituido por personal ejecutivo y auxiliar que asegura la efectiva implementación del programa de seguridad.

El Comité de seguridad desarrolla y propone políticas, procedimientos y prácticas específicas de seguridad para cada función de la Unidad Minera, prestándose especial atención a aquellas actividades que se relacionen con el manejo de sustancias químicas: cianuro, otros reactivos químicos y equipo minero de servicio pesado. CHSM, ha implementado programas de capacitación en materia de seguridad, asegurando que los trabajadores sean concientizados en procedimientos de trabajo seguro, que conozcan la manera segura y apropiada de ejecutar sus obligaciones de trabajo, que comprendan las reglas generales de seguridad del Proyecto y sepan cómo usar debidamente todo el equipo de seguridad requerido.

2.6.2 Prevención y control de riesgos

Evalúa las condiciones de trabajo para aplicar medidas preventivas mediante el proceso de inspecciones programadas de las condiciones de trabajo como herramienta para identificar riesgos potenciales e identificar cambios que generen condiciones y/o actos subestándares, que serán registradas en el Libro de Reportes de Inspecciones de Seguridad en Mina.

2.6.3 Áreas de inspección

Las áreas de inspección del proyecto involucran el área de mina y las áreas superficiales (Planta de Beneficio e instalaciones auxiliares de la unidad minera). Como parte del Proyecto se implementarán las inspecciones en el área de la Nueva Planta de relleno en pasta y los nuevos depósitos de relaves y de contingencias.

2.6.4 Administración de la salud

Catalina Huanca Sociedad Minera, para definir y monitorear la salud de los trabajadores aplicará exámenes médicos a todo el personal, tal como lo exigen las reglamentaciones aplicables. Además, se ejecutarán exámenes médicos especiales a todos los trabajadores expuestos a riesgos ocupacionales específicos, tal como lo exige la legislación aplicable. El Comité de seguridad evaluará si el Proyecto usa o genera cualquier agente cancerígeno al cual pudieran estar expuestos los trabajadores.

2.7 Plan de emergencias o contingencias

El objetivo del plan es la selección y organización de buenas prácticas de seguridad, salud y protección ambiental que eviten las incidencias y emergencias o contingencias, con la participación del personal y poblaciones asentadas en las áreas de influencia del Proyecto de modificación.

La organización del Comité del Plan de Emergencias o Contingencias tiene por finalidad coordinar con las autoridades y brigadas de respuestas que deban afrontar los incidentes durante y después de la emergencia. Igualmente, coordina la logística que deba ser movilizada para asistir a las emergencias o contingencias.

Cabe resaltar que la mayor parte de los eventos contingentes pueden ser fácilmente controlables si se toman las medidas de precaución necesarias y se establece una coordinación entre el personal y las poblaciones vecinas para una rápida respuesta ante emergencias o contingencias.

Estos eventos específicos pueden ser sismos, deslizamientos, incendios, derrame de concentrados, combustibles, sustancias químicas, los cuales cuentan con medidas específicas de actuación.

2.8 Plan de cierre y rehabilitación

El plan de cierre para el presente proyecto, se basa en el Plan de cierre de mina para las instalaciones de la Unidad minera Catalina Huanca, presentado en agosto del 2006 al MEM.

2.8.1 Cierre temporal

Son medidas temporales que habría que aplicar en caso de que las actividades mineras y de procesamiento sean temporalmente suspendidas o algunas áreas temporalmente cerradas. De conformidad con el Reglamento de cierre de minas, solo si la mina paralizara sus operaciones por más de tres años, la unidad minera tendría que ser cerrada de acuerdo con el Plan de cierre aprobado.

Comprende actividades destinadas a la prevención de riesgos asociados a la estabilidad física de las instalaciones remanentes, incluyendo la estabilización de taludes y la estabilización de superficies expuestas a erosión así como de la estabilidad hidrológica ya que los canales de desvío de aguas lluvia, evitarán el contacto con materiales depositados, con lo que se minimizará la ocurrencia de drenaje y controlará la escorrentía superficial disminuyendo los efectos erosivos, producto de las lluvias.

2.8.2 Cierre progresivo

El cierre progresivo de las diferentes instalaciones de CHSM, previstas durante esta etapa, principalmente, serán los depósitos de relaves y las instalaciones de manejo de residuos domésticos consistirá en la reconfiguración de los terrenos intervenidos y que no vayan a ser utilizados en el futuro, y de conformidad con los criterios técnicos evaluados por CHSM, implementación de sistemas de drenaje, donde estos sean requeridos, de conformidad con los criterios técnicos especificados por CHSM, cobertura de las áreas utilizadas durante la operación con suelo superficial orgánico, en las zonas en las que la pendiente del terreno lo permita, de conformidad con los criterios técnicos especificados por CHSM, preparación del suelo superficial (fertilización) para su posterior revegetación, monitoreo post-cierre, evaluación y seguimiento de los trabajos de rehabilitación y, cuando sea necesario, su respectivo mantenimiento.

Se realizará un cierre progresivo de los componentes que forman parte del presente Proyecto de modificación. Para el caso de los otros componentes de este Proyecto, el cierre está previsto a realizarse al final de las operaciones de la mina, es decir, durante la etapa de cierre final, por lo que no se prevé ejecutar actividades de cierre progresivo para aquellas.

2.8.3 Cierre final

La etapa de cierre comprende las actividades destinadas a la rehabilitación, revegetación y recuperación del área intervenida. Las actividades de cierre programadas para el presente Proyecto Integral serán:

Desmovilización de las instalaciones: consistirá en el retiro de equipos y materiales de las instalaciones de modo que se cumplan los objetivos de cierre.

Demolición, salvamento y disposición: las estructuras que garanticen mantener una estabilidad del terreno (talud) y que queden bajo el nivel del mismo se dejará insitu. Las demás estructuras sobre terreno serán demolidas con el uso de un martillo neumático. En la medida de lo posible, todo el material de demolición será enterrado en las proximidades, para lo cual se hará una zanja donde se depositará el material demolido, y finalmente, una vez compactado se cubrirá con el propio suelo de desbroce.

Retiro del material de relave: que haya sido depositado durante la operación en las pozas, el material será dispuesto en el depósito de relaves, mientras que para el caso de las pozas Estadio inferior y superior, los relaves serán dispuestos en el depósito de relaves Amanda.

Revegetación: como paso final se procederá a revegetar. Para proteger el depósito de Amanda No 2 y Accolla No 2, relaves de erosiones eólicas y pluviales, y homogenizar la apariencia de la superficie final del depósito de relaves con el entorno natural, se ha diseñado una cobertura con suelo natural inerte de 0.5 m de espesor mínimo.

Estabilización física: para garantizar la estabilidad ante un evento hidrológico extremo, se ha diseñado un sistema de canales y conductos de drenaje para derivar o evacuar las aguas superficiales durante la operación de los depósitos y que permanecerán después del cierre asegurando así la estabilidad de estos.

Rehabilitación: potencialmente existirán áreas que han sido degradadas producto de eventos contingentes durante la operación, tales como derrames de elementos químicos o productos del petróleo. Para ello, una vez retiradas las estructuras, se limpiarán las áreas. Los suelos degradados serán excavados y tratados o dispuestos en conformidad con los componentes químicos detectados. Las áreas excavadas serán reniveladas.



CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Material y método

Los materiales que se utilizarán en este proyecto son básicamente, el relave filtrado, el material de préstamo y la mezcla de ambos materiales con una proporción de 3R:1P; por otro lado, los métodos constructivos que se aplicarán en este proyecto se mencionarán a continuación.

3.2 Material de relave

Los relaves son desechos tóxicos subproductos de procesos mineros y concentración de minerales, usualmente una mezcla de tierra, minerales de agua y rocas; el relave contiene altas concentraciones de químicos y elementos que alteran el medio ambiente, por lo que deben ser transportados y almacenados en relaveras para posteriormente tratarlo y reutilizarlo.



Figura N°03. Planta San Jerónimo Unidad Minera Catalina Huanca
Elaboración: El autor

3.2.1 Tipos de residuos mineros

Hay diferentes y variados procesos para la extracción de mineral, comúnmente empleados en la industria minera, estos trata solamente con los residuos sólidos y líquidos generados por la concentración y cianuración; La concentración no es practicada en cada mina y el lector debe tener en cuenta qué relaves, tal como se define más adelante y que son considerados, estarán asociados únicamente con aquellas minas que la efectúan.

Está específicamente orientada a los relaves derivados de la extracción de metales preciosos (oro, plata) y metales básicos (cobre, plomo, zinc) ya que estos minerales son los que dominan la industria minera peruana en el futuro previsible. Los minerales polimetálicos son aquellos a partir de los cuales se extrae una amplia variedad de metales y son usualmente altos en minerales sulfurados, tal como la pirita. Otros relaves tales como aquellos derivados del hierro y del lavado del carbón no se discuten aquí, pero muchos de los mismos principios son aplicables.

a) Origen y producción de relaves de concentradoras

El proceso de concentración comienza con el chancado del mineral proveniente de la mina hasta tamaños de partículas generalmente en el rango de centímetros o milímetros. El mineral chancado es luego reducido a tamaños menores a un milímetro, en grandes tambores rotatorios clasificados como molinos de bolas, molinos de varillas y molinos semi-autógenos. Se agrega agua al mineral molido y el material permanece en forma de lodo (pulpa) a través del resto del proceso de extracción.

Relaves, se definen como el desecho mineral sólido de tamaño entre arena y limo provenientes del proceso de concentración que son producidos, transportados o depositados en forma de lodo.

Note que esta definición excluye otras formas de desechos mineros producidos en forma sólida. Estos no son cubiertos en este proyecto pero varios tipos de ellos se mencionan brevemente más abajo, principalmente para distinguirlos de los relaves tal como se han definido aquí.

3.2.2 Depósitos de relaves filtrados

Este tipo de depósitos de relaves es muy similar al de los relaves espesados, con la diferencia de que el material contiene menos agua debido al proceso de filtrado utilizando equipos similares a los que se emplean para filtrar concentrados como son los filtros de prensa o de vacío.

Corresponde a los relaves que son desaguados en la planta de filtro hasta alcanzar un 88% de contenido de sólidos o mayor y que serán finalmente almacenados en el depósito de relaves. Los relaves filtrados son suelos del tipo limo arenoso, no plásticos, con 40 a 42% de arena fina y alta gravedad específica ($G_s=3.20$).

El relave una vez filtrado se transporta al lugar de depósito mediante cintas transportadoras o bien mediante equipos de movimiento de tierra y/o camiones. Estos equipos construyen módulos de material compactado, los cuales permiten conformar un depósito de gran volumen. Es importante señalar que en este método, aunque el contenido de humedad

del relave filtrado logra 17% a 18%, permite su manejo con equipos de movimiento de tierra, es suficientemente alto como para tener un relleno prácticamente saturado.



Figura N°04: Planta San Jerónimo CHSM, en esta imagen se aprecia el relave filtrado producción 1000 TMD

Elaboración: El autor

3.2.3 Proceso de la flotación por espumas

La flotación por espumas es un proceso físico - químico de la concentración de minerales finamente molidos. El proceso comprende el tratamiento químico de una pulpa de mineral a fin de crear condiciones favorables para la adhesión de ciertas partículas de minerales a las burbujas de aire. Tiene por objeto la separación de especies minerales, divididos a partir de una pulpa acuosa, aprovechando sus propiedades de afinidad (hidrofílico) o repulsión (hidrofóbico) por el agua. Las especies valiosas o útiles constituyen una fracción menor del mineral, mientras que las especies no valiosas o estériles constituyen la mayor parte. El carácter hidrofílico o de afinidad hace que estas partículas se mojen, permanezcan en suspensión en la pulpa para finalmente hundirse. El carácter hidrofóbico o de repulsión evita el mojado de las partículas minerales que pueden adherirse a las burbujas y ascender. Estas propiedades de algunos minerales tienen en forma natural, pero pueden darse o asentarse mediante los reactivos de flotación.

- a) Minerales hidrofílicos, son mojables por el agua, constituidos por: óxidos, sulfatos, silicatos, carbonatos y otros, que generalmente representan la mayoría de los minerales estériles o ganga. Haciendo que se mojen, permanezcan en suspensión en la pulpa para finalmente hundirse.
- b) Minerales hidrofóbicos, son aquellos minerales que no son mojables o son poco mojables por el agua, dentro de ellos tenemos: Los metales nativos, sulfuros de metales o especies tales como: grafito, carbón bituminoso, talco y otros, haciendo de que evite el mojado de las partículas minerales, que pueden adherirse a las burbujas de aire y ascender. Además se puede observar, que los minerales hidrofóbicos son aerofílicos, ósea tienen afinidad con las burbujas de aire, mientras que los minerales hidrofílicos son aerofóbicos, o sea no se adhieren normalmente a ellas.

Los minerales hidrofílicos e hidrofóbicos de una pulpa acuosa se pueden separar entre sí, después de ser finamente molidos y acondicionado con los reactivos químicos que hacen más pronunciadas las propiedades hidrofílicas e hidrofóbicas, haciendo pasar burbujas de aire a través de la pulpa. Las partículas hidrofílicas se van a mojar y caer al fondo de la celda de flotación. De esta forma se puede separar un mineral que contiene en los casos más simples dos componentes, un útil y otra estéril, en dos productos: un concentrado de la parte valiosa y un relave que contiene la parte estéril.

La flotación funciona de la siguiente manera: La flotación es algo similar al lavado de ropa con los detergentes. Ejemplo: Tomemos un recipiente con agua y un poco de detergente, y agitamos un poco; al agitar se produce una espuma blanca. Si ponemos ropa para lavar, entonces la espuma se tiñe de oscuro. ¿Qué ha ocurrido? Simplemente que las partículas de suciedad se han pegado a las burbujas y las han teñido. La flotación es muy similar.

La flotación opera sobre el principio de que partículas individuales que contienen el mineral que se desea extraer son hechas receptivas selectivamente, a pequeñas burbujas de aire que se adhieren a estas

partículas y las elevan a la superficie de un tanque agitado. Las espumas que contienen estas partículas valiosas son retiradas de la superficie, procesadas, y secadas para transformarse en concentrado, este producto final de la concentradora, es embarcado a la fundición para su refinación. Entre tanto, las partículas de desecho que quedan constituyen los relaves. Después de recuperar algo del agua del proceso en tanques apropiados, conocidos como espesadores, los relaves son bombeados al lugar destinado para su almacenamiento. Para el hierro (magnetita) la concentración precede a la flotación, la que entonces extrae los sulfuros de hierro del concentrado de magnetita y las descargas como relaves.

3.2.4 Depósito de relaves espesados

Son relaves a los cuales se les remueven gran parte del agua, mediante el uso de espesadores para obtener una concentración de sólidos con valores superiores al 50%.

- Con esa concentración de sólidos el relave no se segrega, el depósito se hace homogéneo.
- La pulpa escurre como un todo, sin segregación del depósito de relaves espesados material por tamaño.
- Se pueden disponer en pendiente y permiten minimizar o eliminar el requerimiento de muros de confinamiento y de lagunas de decantación.
- En el contorno del depósito se puede construir una obra para contención y recirculación de agua.
- Los relaves son dispuestos con una concentración de sólidos sobre 50 % en peso.
- En el punto de descarga se forma un cono de material con pendiente que depende del % de sólidos (de 2 a 6 % para concentraciones de 50 - 65 %).
- Con el desplazamiento del punto de descarga se obtiene un depósito de baja altura, por lo que es apropiado para disponer relaves en extensiones relativamente planas.

- El agua remanente se seca por evaporación y se alcanza el límite de contracción, lo que representa un estado geotécnico denso, no licuable y sísmicamente estable.

3.2.5 Depósito de relaves en pasta

En el pasado, los depósitos de relaves han sido diseñados como si fueran obras de embalse de agua, probablemente debido a que muchos diseñadores tienen gran experiencia en ese tipo de obras.

- En zonas muy lluviosas, las obras deben contener la capacidad
- Depósito de relaves en pasta para embalsar una gran cantidad de agua.
- En algunos casos, el material que constituye el relave es muy fino y tiene pocas propiedades de consolidación.
- La necesidad de mejorar la recuperación de agua y las normas ambientales nos han llevado a la implementación de técnicas que mejoren la recuperación de agua desde los relaves.
- La pasta corresponde a una mezcla de agua con sólidos de alta densidad, que contienen abundante partículas finas.
- La pasta acepta una gran variabilidad de componentes como cuarzo, feldespato, arcillas, micas y sales.
- El bajo contenido de agua (10 a 25%), hacen que esta mezcla tenga una consistencia espesa.
- Existe muy poca diferencia entre una pulpa de alta densidad y una pasta.
- Cuando ha sido depositada, puede exudar pequeñas cantidades de agua.
- La variabilidad de tamaños evita que las partículas se segreguen y sedimenten cuando la mezcla no esté en agitación o no se esté moviendo en las tuberías.
- La consistencia alcanzada permite que una pasta permanezca estable aun cuando esté varias horas sin moverse.
- Reducción del volumen de materiales involucrados en la construcción de presa y los riesgos asociados.
- Reducción significativa del manejo del volumen de agua clara en relación a las instalaciones de un tranque convencional y depósito de relaves en pasta el correspondiente uso en la eficiencia del uso del agua.

- Menores requerimientos de superficie de suelo para disponer el relave.
- Reducción de los riesgos de generación de aguas ácidas y lixiviación de metales.

3.3 Material de préstamo

El material de préstamo es un tipo de suelo natural que se encuentra en las inmediaciones del depósito de relaves, estas son canteras que presentan gravas graduadas arcillosas con limo. Este material según la clasificación SUCS corresponde GP-GC.

3.4 Material de mezcla

Este material se obtiene producto de la mezcla de material de relave con material de préstamo en una proporción de 3R:1P; la dosificación es un proceso fundamental, luego se procede a batir el material como mínimo 3 veces, para obtener así un material de mezcla homogénea con una cantidad determinada de grava y finos, es importante también mencionar la humedad con la cual se tiene que mezclar ambos materiales. El resultado de ellos debe tener una humedad promedio de 10.5% a 11%, trabajable para el día, mientras que para la noche la humedad tiene que ser más baja en promedio de 8.5% a 9.5%. Estas humedades pueden variar dependiendo del óptimo contenido de humedad OCH.



Figura N°05. Mezclado de relave y material de préstamo 3R:1P.

Elaboración: El autor

3.5 Etapa de construcción preliminar

La etapa de construcción involucra las actividades preliminares a la etapa de operación necesaria para el emplazamiento del proyecto, tales como desbroce de vegetación, nivelación de terreno, instalaciones auxiliares, etc., las cuales se describen a continuación:

- Trabajos preliminares: Comprende la limpieza, desbroce, nivelación, trazo replanteo del área de trabajo. El material de desbroce será dispuesto en el depósito de top soil ubicado en Cerro Ccasa Sur.
- Excavación en terreno natural: Comprende todas las excavaciones masivas o localizadas en terreno natural de forma manual y con excavadoras respectivamente que no requieren el uso de taladros, explosivos.
- Excavación en roca: comprende todas las excavaciones localizadas en roca sólida o terreno rocoso.
- Relleno y compactación localizado y masivo: Comprende todos los rellenos localizados usando el material propio producto de las excavaciones, el material deberá ser zarandeado y luego compactado de acuerdo con las especificaciones previstas. Se requiere realizar esta tarea en todas las áreas de emplazamiento de los componentes del proyecto.
- Colocación de estructuras de refuerzo y auxiliares: comprende la colocación y curado del concreto (cantera de agregados en Cayhua), estructuras de acero livianas, medianas y pesadas, instalación de tuberías, pozo a tierra, iluminación, escaleras, pasamano y planchas base.
- Instalación de equipos mecánicos: Comprende el transporte e instalación y prueba de los equipos en la Planta de relleno en pasta y de filtrado.
- Extracción de material de cantera: se extraerá material de cantera para agregados de concreto del poblado menor de Cayhua, ubicado a 3 km de distancia en línea recta de la zona de la Planta de Beneficio.
- Construcción del dique: comprende la mezcla de material de préstamo y relave filtrado compactado con equipo mecánico para la construcción de los diques del depósito de relave.

3.6 Desarrollo del proyecto

3.6.1 Manejo de aguas subterráneas

Para el depósito de Amanda y Huacraccassa se ha considerado como medida de seguridad y de protección de las aguas subterráneas, a pesar de que el futuro depósito de Huacraccassa se ubicará en la cabecera de la quebrada Marcapampa y muy cerca de la divisoria de aguas por lo que las aguas subterráneas son mínimas y el relave a depositar, tendrá una humedad máxima del 17%, la colocación de un sistema de drenaje en el vaso conformado por una capa de filtro-dren y una tubería de HDPE corrugada y perforada de 6 pulgadas de diámetro. El drenaje incorporado facilitará el mismo ante cualquier contingencia, asociado a condiciones climáticas excepcionales durante la operación.

Para el depósito de Amanda 1: dado que la primera etapa de la fase 3 de este depósito comprende el acopio de material de relave, desmonte y escorias para ser almacenado de manera transitoria de acuerdo con lo que requiera la operación de la planta de relleno en pasta, se dispondrá de una rampa de acceso vehicular al fondo del mismo y estará revestido interiormente mediante una cubierta impermeable (geomembrana de HDPE) protegido con el desmonte de mina. También contará con un sistema de drenaje interno con el propósito de derivar las filtraciones del agua contenida en el relave y aquella originada por precipitaciones mediante una tubería de HDPE, hacia pozas de colección desde donde serán transferidas a una poza de tratamiento antes de verterse a la quebrada o en su defecto incorporadas al proceso de relleno en pasta, también podrán ser derivadas al sistema de recirculación de aguas de interior mina. Este sistema funcionará hasta el cierre final del depósito.

En la zona, donde se encuentra el depósito de secado de relaves, que ha sido parcialmente construido, se ha cubierto el talud aguas arriba con una capa impermeable debido a que cuando opere, los relaves filtrados presentarán agua libre que permite el flujo o filtración, además en el fondo se ha ido construyendo un pedraplén de filtración con su respectivo sistema de recolección de agua.

Sobre la base de las perforaciones, durante la campaña geotécnica no se detectó la presencia del nivel freático en el área de emplazamiento de las Pozas No 1 y 2, hasta 20.00 m de profundidad, sin embargo tal como se ha descrito anteriormente, el diseño contempló la impermeabilización el vaso.



Figura N°06. Sistema de drenaje subterráneo, una tubería de HDPE corrugada y perforada de 6" de diámetro y forrado con geotextil.

Fuente: Unidad minera Catalina Huanca

3.6.2 Manejo de aguas superficiales

En el depósito Amanda, se ha incluido en el diseño, un sistema de estructuras hidráulicas para evacuar las aguas de escorrentías de la cuenca de la quebrada Sacllani ubicada por encima de la cota 3575 msnm hacia el cauce natural a la altura de las oficinas mina (3,420 msnm). Estas estructuras constan de canales de derivación, conducto mediante tuberías de HDPE que descargaran en disipadores de energía (en tramos muy accidentados), antes de la entrega final al cuerpo receptor. Y que han sido diseñados tomando en cuenta el caudal de diseño de 3.04 m³/s para periodos de retorno de 500 años.

En Huacracassa, la escorrentía superficial se limita a las precipitaciones pluviales porque está en la divisoria de aguas, y a pesar de que las precipitaciones son escasas en la zona se ha diseñado un sistema de canales de coronación aprovechando la carretera existente antes de la entrega final al cuerpo receptor, con un caudal de diseño también de 3.04 m³/s para períodos de retorno de 500 años.

En la zona del depósito de Amanda No 1, con la finalidad de captar y descargar el caudal de escorrentía generado aguas arriba del depósito, se construyó un canal colector para captar las aguas pluviales. El canal es de concreto de sección triangular con pendiente longitudinal variable. El canal colector construido ha sido dimensionado con un área equivalente al canal proyectado y tiene capacidad para conducir el caudal extremo correspondiente a la escorrentía generada por eventos hidrológicos con un periodo de retorno de 500 años.

En la zona de emplazamiento de las Pozas, adyacentes aguas arriba del depósito de secado de relave, se construirá un canal colector de 500 m de longitud, con la finalidad de captar y descargar el caudal de escorrentía proveniente de los taludes aguas arriba de las pozas e integrarse al depósito de secado de relave filtrado. En los tramos en que por razones de limitaciones topográficas se requiere salvar diferencias de altura considerables en tramos cortos de canal, se consideró la construcción de canales en rápida (tres rápidas para estos depósitos), las dimensiones de las rápidas serán de 0.85 m de base y 0.40 m de altura. En el extremo aguas abajo de cada rápida, se construirán disipadores de energía de tipo impacto, a fin de reducir la velocidad de salida al pie de las mismas, limitando el efecto de la descarga sobre el terreno natural.

En la zona de emplazamiento de las pozas de contingencia, se ha diseñado un sistema de estructuras hidráulicas que consta de un canal de coronación de 276 m para un caudal de 0.53 m³/s y conducto mediante tubería de 45" de Diámetro y 780 m de longitud para evacuar las aguas de escorrentías de la cuenca del depósito. La descarga del agua se realiza en la quebrada Juchuhuayo.

Como se ha descrito anteriormente, las medidas de manejo ambiental están incorporadas desde el diseño de la presa de relaves, previniendo de esta manera que el material llegue a cursos de agua superficial o afecten suelos aledaños.



Figura N°07. Canal de coronación y cunetas para captar y descargar las aguas producto de las precipitaciones pluviales.

Elaboración: El autor

3.6.3 Pedraplén

El pedraplén o bolonería acomodada es una estructura que se ha construido con las rocas que se extrajeron de canteras seleccionadas, la construcción del pedraplén se hizo necesaria para la pronta conformación del dique de contención en la primera etapa de la operación.

El pedraplén tiene taludes de 1.5:1 (H:V), alcanzando la cota de 3451 msnm, el volumen de relleno de bolonería es un total de 103 634.8 m³.

La preparación de cimentación de la zona de pedraplén consiste en la remoción de todo material incompetente, material orgánico; el pedraplén se conforma con rocas dimensionadas de 12 pulgadas como máximo de diámetro, es una capa de piedras de espesor de 1m, se coloca hormigón a lo largo del compactado actuando este como un dren-filtro, con ancho de 50cm, se realizan pruebas para saber el porcentaje de vacíos, esta prueba se realiza de la siguiente manera; se hace un hueco una vez conformada y compactada la capa de piedra, un diámetro de 1.50m y una profundidad de 50cm, las piedras que retiran son pesadas en una balanza, se le da forma al hueco y se forra con plástico para luego verter agua en el hueco hasta el

nivel del aro que tiene un diámetro de 1.50m, se calcula y se obtiene el porcentaje de vacíos.



Figura N°08: Realizando la prueba de pedraplén, el hueco tiene 1,50m de diámetro con 50cm de profundidad

Elaboración: El autor



Figura N°09. Vista panorámica del pedraplén o enrocado, cimentación para el dique

Elaboración: El autor

3.6.4 Dique de contención

El dique de contención es construido con material de mezcla 3R:1P; entre el relave filtrado y el material de cantera, empieza en la cota 3452 msnm.

El dique consta de 4 etapas; La 1º etapa cota 3,502 msnm, La 2º etapa cota 3520 msnm, La 3º etapa cota 3,563 msnm, La 4º etapa cota 3,584 msnm; todos estas etapas consisten en alcanzar hasta el nivel 3,584, tendrá una altura máxima de 132 m, los taludes son aguas arriba de 1:1 (H:V) y aguas abajo de 1.75:1 (H:V); el volumen total de relleno en todas estas etapas es de 1'042,260 m³ aproximado, de material compactado.



Figura N°10. Construcción de Dique etapas 1,2,3 y 4
Elaboración: El autor

3.6.5 Sistema de impermeabilización

Sistema de impermeabilización con el propósito de eliminar algún flujo del depósito de relaves hacia el dique principal y cubrir el vaso de almacenamiento y la superficie del talud del dique aguas arriba.

La impermeabilización del vaso consta de colocar el geotextil a todo lo largo del dique D-2 aguas arriba, se coloca el geotextil en contacto

directo con el talud perfilado, luego se coloca la geomembrana a todo lo largo del dique y otra vez se coloca el geotextil, quedando de la siguiente manera, geotextil, geomembrana, geotextil, para posteriormente anclar la geomembrana en ambos estribos del dique y en la corana o cresta de la misma.



Figura N°11: impermeabilización de dique por posibles filtraciones.

Elaboración: El autor

3.6.6 Área de depósito de relaves

El área de depósito de relaves será la quebrada Sacllani, Ramahuayco, en un área de 4.5 Ha, en ese área se tienen puntos específicos para el descargue de relave que vienen de planta, estas zonas tienen por nombre Amanda1, vaso superior, canal II, pase R9, pase R7, RF-1, Estadio Inferior.

La zona donde se cimentará el dique y pedraplén es irregular, donde la quebrada presenta diferentes relieves locales: un sector encañonado, flancos escarpados, sector de sección transversal abierta que esta aguas arriba de la garganta y un sector con sección en V aguas debajo de la garganta.

El fondo de la quebrada es angosta y tiene fuerte pendiente y con caídas o rápidas locales. Entre el eje de la presa y el pie del pedraplén, que

están separados 440.00 m, el fondo de la quebrada desciende 130.00 m con un pendiente de 16 a 20°.

El conglomerado Mitu y el intrusivo pórfido monzonítico están formando un promontorio rocoso transversal a la quebrada y actuarán como un contrafuerte sobre la presa de contención de relaves.

La cimentación del dique y pedraplén está comprometida con cuatro tipo de rocas; la caliza Pucara, el pórfido monzonítico, el conglomerado Mitu y el conglomerado Sacllani. El depósito de superficie es de origen aluvial y coluvial y están limitados al fondo de la quebrada y, parte inferior de las laderas, debido a su reducido espesor se eliminarán de la cimentación.

El área de depósito de relaves está en un área donde se encuentran marcadas las épocas de lluvia y de estiaje seco con temperaturas variables. Lo anterior guarda una relación clave en dos aspectos fundamentales para la estabilidad física del depósito de relaves y que son:

- Que los relaves se dessequen a una humedad menores 14%, antes de ser compactados y se puedan compactar hasta una densidad equivalente al 95% del Proctor estándar.
- Que las aguas de lluvia que caigan sobre el área de depósito de relaves en parte importante escurrirán (60%), en parte se evaporarán (30%) y en parte se infiltrarán (10%). El volumen de infiltración se estima poco significativo como para generar un aumento del nivel de saturación de los relaves filtrados en más de 1m. en relación a las aguas de escorrentía superficial dependiendo de dónde se concentren podrían generar problemas de erosión superficial, en especial en las áreas del talud del depósito de relaves en contacto con el terreno natural en ambas márgenes de la quebrada. Para ello los relaves depositados tendrán siempre una pendiente mínima de 1% en dirección a la margen izquierda del valle de manera que confluyan las aguas de lluvia en esa dirección y

puedan ser captadas en un área definida para luego ser evacuadas fuera del área de depósito de relaves mediante tuberías flexibles de 4 a 6", de ser necesario. Los caudales de agua de lluvia que deben evacuarse dependerá de la intensidad y tiempo de duración de la lluvia, sin embargo, para un año de operación normal se estima suficiente contar con tuberías livianas de HDPE con capacidad de evacuar 10 l/s, y 300 l/s en una condición de lluvias excepcionales.



Figura N°12. Depósito de relave en Ramahuayco
Elaboración: El autor

3.7 Etapa de operación

La etapa de Operación se refiere a la puesta en marcha de los componentes del Proyecto Integral dentro del proceso operativo de la mina, se mencionara el proceso constructivo desde su traslado hasta el compactado y su prueba de densidad respectiva.

3.7.1 Filtrado del relave

Comprende el proceso en la Planta de Filtrado, mediante el cual el relave resultante obtendrá una humedad óptima de 17 %. En caso la Planta de filtrado presente alguna contingencia, el relave será evacuado a la Poza de Contingencia, ubicada aguas abajo de la planta.



Figura N°13. Planta de relave filtrado y su poza de contingencia
Elaboración: El autor

3.7.2 Traslado o transporte de relave

Se refiere al transporte de relave de planta hacia Ramahuayco, lugar de depósito del relave, estas se dispondrá de acuerdo a las diferentes áreas, según sus características de humedad y granulometrías. El traslado del relave a las diferentes áreas mencionadas, se realizará mediante volquetes por las rutas actualmente establecidas y los nuevos accesos. El relave que ha obtenido una humedad de 17% será trasladado hacia el área de disposición temporal en Amanda No. 1, para su posterior secado y clasificación granulométrica.

3.7.3 Secado de relave

El secado del relave se puede realizar de dos maneras; la primera con tractor el cual remueve el relave y lo deje en una forma de surcado en un área determinado; la segunda es mediante excavadoras, este mediante sus cucharas remueve el relave, lo repalea y lo ventea de tal forma que el relave va perdiendo la humedad inicial que tiene 17%, baja a 12% listo para ser mezclado con el material de préstamo.



Figura N°14. Secado de relave en Amanda1, mediante surcado
Elaboración: El autor

3.7.4 Acopio de relave seco

El acopio de relave seco, este trabajo se puede realizar con los equipos como tractor y excavadora, el tractor acopia el relave seco con el método del surcado una capa de 40 a 50cm de espesor ya que si profundiza más puede acopiar relave saturado que se encuentra en la parte más baja y mezclarlo con el más seco de la parte superficial, una vez acopiado el relave seco se vuelve a secar removiendo y dejando en forma de surcos. La excavadora mayormente acopia relave seco en lugares donde al tractor se le hace un poco complicado maniobrar.



Figura N°15. Acopio de relave seco una capa de 60cm aprox.
Elaboración: El autor

3.7.5 Mezclado de material 3R:1P

Este proceso se realiza mediante la mezcla entre los materiales de relave y préstamo, con una dosificación de 3 de relave y 1 material de préstamo, en esa proporción, luego se tiene que dar tres vueltas o batidas con la excavadora para lograr uniformizar la mezcla, las humedades en esta etapa es muy importante de ambos materiales ya que si no se logra llegar a la humedad óptima para colocar, conformar y compactar en la plataforma puede complicarse y tener problemas la capa.



Figura N°16. Mezclado de relave y préstamo 3R:1P.

Elaboración: El autor

3.7.6 Escarificado en plataforma

El escarificado es un proceso en el cual el tractor con su riper raya la plataforma con una profundidad no mayor de los 8cm, esto es muy importante porque permite la adherencia entre la capa compactada y la capa que se está conformando.

3.7.7 Carguío y descargue de mezcla en plataforma

En el momento del carguío es muy importante tener en cuenta que la mezcla este bien batido y además que no debe tener piedras mayores de 6pulgadas, ya que esto puede alterar la capa al momento de trabajar.

El descargue del material en plataforma debe ser dirigido por un personal designado un controlador para descargar la carga donde se

deseo, se debe tener en cuenta también que el escarificado realizado por el tractor no debe ser pisado por las llantas de los volquetes, por lo que este sella el escarificado y no permite la adherencia entre capa compactada y la capa a conformar.



Figura N°17. Carguío y descargue de mezcla en plataforma
Elaboración: El autor

3.7.8 Conformado y nivelación en plataforma

El conformado en plataforma se realiza con el tractor, la nivelación por capa es de 0.35m de espesor. En este proceso se tiene muy en cuenta la topografía, se deja plantillas en diferentes puntos para que el tractor se pueda guiar y pueda nivelar y refinar.



Figura N°18. Conformado y nivelación en plataforma capa 35cm espesor
Elaboración: El autor

3.7.9 Compactado en plataforma

El compacto en la plataforma se realiza con rodillos de tonelaje 12T, la forma de compactado es paralelo al hombro del dique y es de estribo a estribo, para llegar al grado de compactación y cohesión adecuada, se hacen 8 pasadas en toda la plataforma, 1 pasada corresponde a ida y vuelta del rodillo, el rodillo tiene que ir a una velocidad promedio de 5km/h.



Figura N°19. Compactado en plataforma.

Elaboración: El autor

3.7.10 Pruebas de densidad

Las pruebas de densidad se realizan una vez terminada la compactación de la plataforma para aprobar la capa compactada esta de tener como mínimo 95% de grado de compactación, el número de pruebas es de acuerdo con el área compactada, por cada 1000m² corresponde una prueba de densidad.



Figura N°20. Realizando pruebas de densidad
Elaboración: El autor

3.7.11 Colocación de dren filtro

La colocación del dren se realiza con el material agregado hormigón, este se coloca en los estribos izquierdo y derecho de la plataforma, haciendo contacto directo con el material compactado y el terreno natural, se coloca este filtro para drenar los posibles ojos de agua que podría encontrarse en el terreno natural, este dren permite que el dique no presente filtraciones, también es rellenado con ancho de 0.50m y luego compactado con vibro-apisonador, por cada metro se realizan sus respectivas pruebas.



Figura N°21. Colocación de filtro y compactación
Elaboración: El autor

CAPÍTULO IV PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1 Investigaciones y ensayos de laboratorio

Con las muestras de relave, material de préstamo, mezcla 3R:1P; extraídas de las zonas de depósito y de exploración, se determinó las características físico mecánicas del suelo de cimentación y material de la relavera mediante los ensayos de laboratorio; los ensayos determinaron la gradación y por consiguiente la clasificación SUCS; estos se realizaron en la Unidad Minera Catalina Huanca, en el laboratorio de la Empresa Vasquez Saint Jhon, bajo las normas de la American Society for Testing and materials (A.S.T.M).

Se describe a continuación:

- | | |
|--|-------------|
| • Análisis granulométrico por tamizado | ASTM D-422 |
| • Límites de consistencia | ASTM D-4318 |
| • Contenido de humedad | ASTM D-2216 |
| • Densidad máxima | ASTM D-4253 |
| • Densidad mínima | ASTM D-4254 |
| • Limite liquido | ASTM D-423 |
| • Limite plástico | ASTM D-424 |
| • Peso volumétrico | ASTM D-2937 |
| • Peso específico relativo de solidos | ASTM D-854 |
| • Ensayo de Compactación Modificado | ASTM D-1557 |

- Ensayos de densidad Método del cono de arena ASTM D-1556
- Ensayo de reemplazo por volumen de agua ASTM D-5030

4.2 Clasificación de suelos

Los ensayos de laboratorio efectuados a las muestras de los estratos encontrados en las excavaciones, considerados como representativos del área del depósito de la relavera, han determinado la clasificación de suelos según SUCS permitiendo elaborar la sección de los suelos encontrados en el terreno. En general, los materiales encontrados en el suelo de cimentación y el cuerpo que constituyen la relavera, de acuerdo con la clasificación SUCS, están descritos a continuación:

- MH Limo de alta plasticidad
- ML Limos inorgánicos y arenas finas de baja plasticidad
- CL Arcillas inorgánicas de media plasticidad
- SP Arena mal graduada, arena con grava pocos finos
- SM Arena limosa
- SC Arena arcillosa
- GM Grava limosa
- GS Grava arcillosa
- GP-GM Grava mal graduada- Grava limosa
- GW Grava bien graduada
- SW Arenas bien graduadas
- GC Grava arcillosa

4.3 Ensayos del relave

4.3.1 Límites de consistencia ASTM D-4318

Para la obtención del límite líquido y plástico, se extrajeron muestras representativas del relave y se analizaron en el laboratorio, se procedió a hallar las humedades de las muestras.

Límite Líquido (LL), Es el mínimo contenido de agua al cual se tiene el comportamiento semilíquido, se determina mediante el ensayo de laboratorio desarrollado por Casagrande.

Límite plástico (LP), es el máximo contenido de agua al cual se comienza a tener comportamiento plástico, se determina en laboratorio mediante el ensayo propuesto por Atterberg.



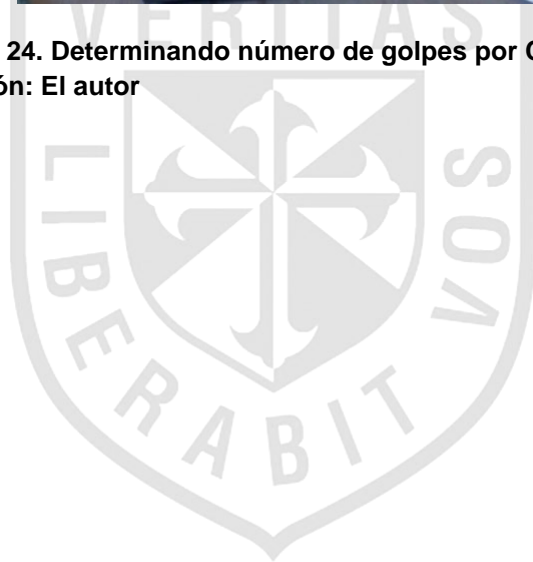
Figura N° 22. Secado de muestra en el horno
Elaboración: El autor



Figura N° 23. Realizando ensayo para límite líquido con equipo Casagrande
Elaboración: El autor



Figura N° 24. Determinando número de golpes por Casagrande
Elaboración: El autor



Proyecto	: Construccion de Dique con Tratamiento del Relave									
Ubicación	: Canarias - Víctor Fajardo - Ayacucho									
Cliente	: Catalina Huanca Sociedad Minera SAC									
Fecha	: 22/04/2014									
Muestra	: Relave									
Nº Ensayo	2014-001									
LIMITE LIQUIDO										
Tara Nº	1	2	3							
Nº de Golpes	28	22	15							
Tara + Suelo Humedo	95.69	94.41	93.78							
Tara + Suelo Seco	92.04	91.52	90.18							
Peso de Agua	3.65	2.89	3.60							
Peso de Tara	70.75	75.25	70.91							
Peso del Suelo Seco	21.29	16.27	19.27							
Humedad (%)	17.14	17.76	18.68							
LIMITE PLASTICO										
Tara Nº	4	5	-							
Tara + Suelo Humedo	75.69	76.57	-							
Tara + Suelo Seco	75.23	76.07	-							
Peso de Agua	0.46	0.50	-							
Peso de Tara	71.62	72.05	-							
Peso del Suelo Seco	3.61	4.02	-							
Humedad (%)	12.74	12.44	-							
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 60%;"> <p style="text-align: center;">Limite Líquido $y = -2.458\ln(x) + 25.344$</p> </div> <div style="width: 35%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">Limites de Consistencia</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Limite Líquido</td> <td style="text-align: center;">17.43</td> </tr> <tr> <td>Limite Plástico</td> <td style="text-align: center;">12.59</td> </tr> <tr> <td>Indice Plástico</td> <td style="text-align: center;">4.84</td> </tr> </table> </div> </div>					Limite Líquido	17.43	Limite Plástico	12.59	Indice Plástico	4.84
Limite Líquido	17.43									
Limite Plástico	12.59									
Indice Plástico	4.84									
Observaciones										

$$Y=(A).(LN(X))+B$$

$$(A)= -2.458$$

$$(B)= 25.344$$

$$Y= 17.43$$

Donde el límite líquido se halló para 25 golpes.

Los límites de consistencia resultaron de la siguiente manera:

Límite Líquido LL =17.43

Límite Plástico LP=12.59

Índice Plástico IP=LL-LP=4.84

4.3.2 Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422

Se salió al campo para extraer las muestras representativas del relave, para luego someterlos a pruebas de análisis granulométricos, considerando una serie de mallas.

Este ensayo se realizó con la finalidad de lograr una mejor clasificación de tamaño de relave, cabe resaltar que se tendrá en cuenta hasta la malla N° 200, la cual servirá para la clasificación del material grueso y material fino del relave.



Figura N° 25. Mallas que se utilizaron para las muestras

Elaboración: El autor

Proyecto	: Construccion de Dique con Tratamiento del Relave						
Ubicación	: Canarias - Víctor Fajardo - Ayacucho						
Cliente	: Catalina Huanca Sociedad Minera SAC						
Muestra	: Relave						
Fecha	: 22/04/2014						
Nº Ensayo	: 2014 -002						

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr.)	PARCIAL RETENIDO (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA ACUMULADO (%)		OBSERVACIONES	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		ANALISIS DE LA MUESTRA	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00			
1½"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		PESO INICIAL(gr):	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		HUMEDAD (%):	16.10
¾"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		GRUESOS(%):	26.92
½"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		GRAVA(%):	0.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00		ARENA(%):	26.92
#4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		FINOS(%):	73.08
Suma		0.00					BANDEJA Nº	

TAMIZ.	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr.)	PARCIAL RETENIDO (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA ACUMULADO (%)		OBSERVACIONES	
					>#20	Total		
#10	2.000	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	ANALISIS DE LA MUESTRA	
#20	0.850	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00		
#40	0.425	0.58	0.58	0.58	99.42	99.42	PESO INICIAL	
#60	0.250	1.72	1.72	2.30	97.70	97.70	MENOR DE LA	100.00
#100	0.150	7.47	7.47	9.77	90.23	90.23	MALLA # 4(gr):	
#200	0.075	17.15	17.15	26.92	73.08	73.08	< # 200 (%)	73.08
Bandeja		1.16						
Suma		28.08					BANDEJA Nº	

Límite líquido LL (%)	17.43
Límite plástico LP (%)	12.59
Índice plasticidad IP (%)	4.84
D60 (mm)	0.00
D30 (mm)	0.00
D10 (diámetro efectivo,mm)	0.00
Coefficiente de uniformidad (Cu)	-
Grado de curvatura (Cc)	-

Clasificación SUCS
CL-ML

Granulometría

Según el resultado del análisis granulométrico del relave, presentó las siguientes características.

PESO INICIAL(gr):	100.00
HUMEDAD (%):	16.10
GRUESOS(%):	26.92
GRAVA(%):	0.00
ARENA(%):	26.92
FINOS(%):	73.08

Límite líquido LL (%)	17.43
Límite plástico LP (%)	12.59
Índice plasticidad IP (%)	4.84

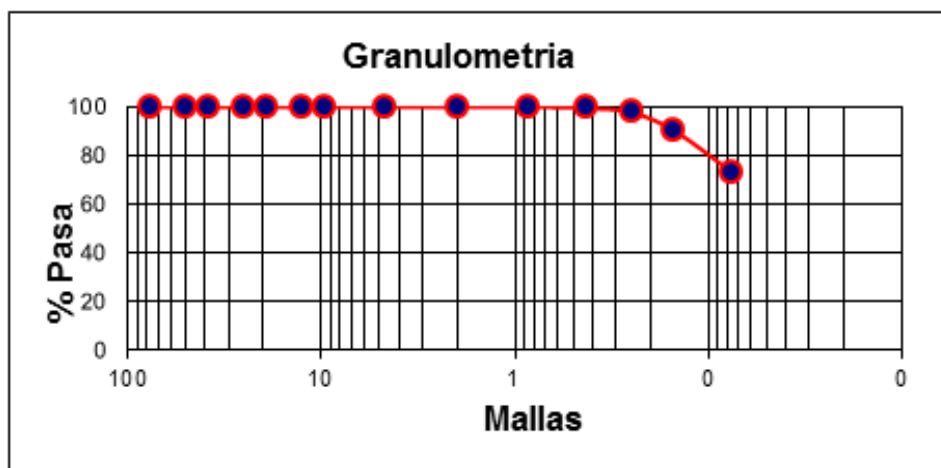


Figura N° 26. Granulometría %Pasa vs Mallas
Elaboración: El autor

Según el gráfico que se obtuvo entre el % pasa vs mallas, la clasificación del relave según el SUCS, resulta un **CL-ML**, el relave es arcilla limosa inorgánicos.

4.3.3 Ensayo de compactación modificado ASTM D-1557

Se aplicó el Método "A", según las características del material Molde, 4 pulgadas de diámetro (101,6 mm), 3000 g de peso de material. Material, se emplea el que pasa por el tamiz N° 4 (4.75 mm).

Cuando el 20% o menos del peso del material es retenido en el tamiz N° 4 (4.75 mm).

Proyecto : Construccion de Dique con Tratamiento del Relave
Ubicación : Canaria - Victor Fajardo - Ayacucho
Cliente : Catalina Huanca Sociedad Minera SAC
Fecha : 22/04/2014

Nº Ensayo : 2014 - 003
Muestra : Relave
Sondaje : Relave
SUCS : CL - ML

Proctor Tipo: Modificado
Nº de Capas: 5
Nº Golpes por Capa: 25
Altura de caída: 45,72cm
Peso del Martillo: 4,54kg.

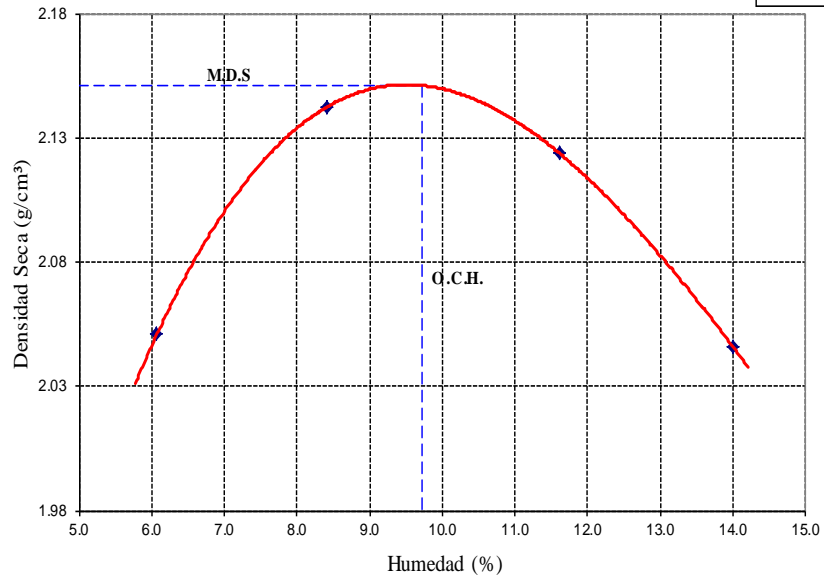
1	Ensayo N°	1	2	3	4
2	Peso suelo + molde (g)	6236	6375	6420	6384
3	Peso del molde (g)	4180	4180	4180	4180
4	Peso suelo húmedo compactado (g) (2)-(3)	2056	2195	2240	2204
5	Volumen del molde (cm³)	945	945	945	945
6	Peso volumétrico húmedo (g/cm³) (5)/(4)	2.18	2.32	2.37	2.33

CONTENIDO DE HUMEDAD

7	Código del recipiente.	1	2	3	4	5	6	7	8
8	Peso del recipiente+suelo húmedo (g)	201.30	855.00	245.43	224.12	214.22	212.60	193.48	189.36
9	Peso del recipiente+suelo seco (g)	194.00	810.00	230.24	210.67	197.14	195.72	178.55	175.14
10	Peso del agua (g) (8)-(9)	7.30	45.00	15.19	13.45	17.08	16.88	14.93	14.22
11	Peso del recipiente (g)	73.50	70.75	50.12	50.50	50.07	50.38	72.05	73.55
12	Peso del suelo seco (g) (9)-(11)	120.50	739.25	180.12	160.17	147.07	145.34	106.50	101.59
13	Contenido de humedad 100x(10)/(12)	6.06	6.09	8.43	8.40	11.61	11.61	14.02	14.00
14	Contenido de humedad promedio 100x(prom)	6.1		8.4		11.6		14.0	
15	Peso volumétrico seco (g/cm³) (6)/1+(14)	2.05		2.14		2.12		2.05	

CURVA DE COMPACTACION

Resultados
 OCH = 9,72%
 MDS = 2.157g/cm³



Mediante el ensayo de compactación modificado, se obtuvo lo siguiente:

Óptimo contenido de humedad (**OCH**) = 9,72%

Máxima densidad seca (**MDS**) = 2.157g/cm³.

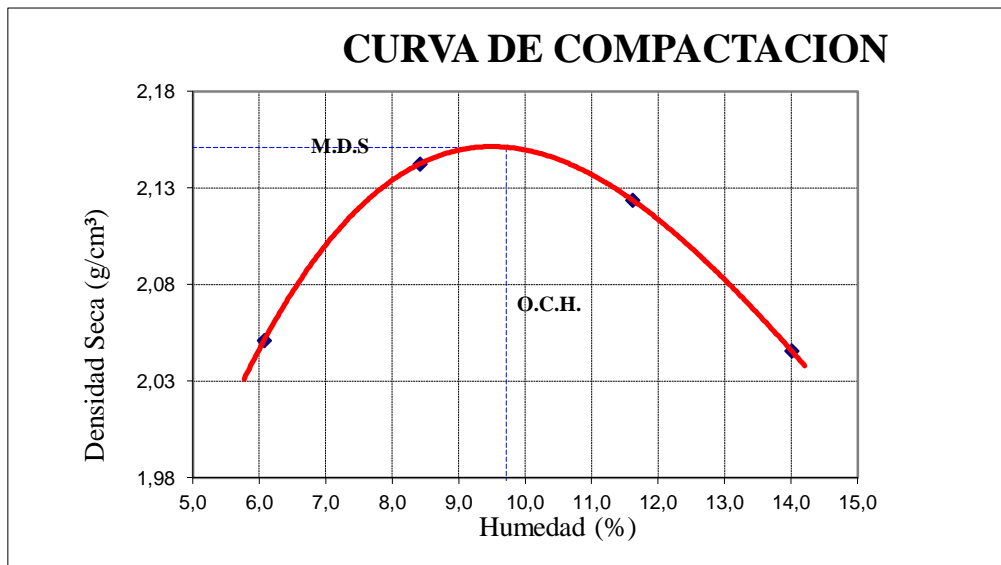


Figura Nº 27. Curva de compactación densidad seca vs humedad %

Elaboración: El autor

4.4. Ensayos del préstamo

4.4.1. Límites de consistencia ASTM D-4318

Para la obtención de los límites de consistencia, se extrajeron muestras representativas del material de préstamo y se analizaron en el laboratorio, se procedió a hallar las humedades de las muestras.



Figura Nº 28. Secado de las muestras del material de préstamo

Elaboración: El autor

Proyecto	: Construccion de Dique con Tratamiento del Relave									
Ubicación	: Canarias - Víctor Fajardo - Ayacucho									
Cliente	: Catalina Huanca Sociedad Minera SAC									
Fecha	: 23/04/2014									
Nº Ensayo	: 2014 - 004									
Muestra	: Material Prestamo									
LIMITE LIQUIDO										
Tara Nº	1	2	3							
Nº de Golpes	35	27	18							
Tara + Suelo Humedo	94.43	98.77	93.71							
Tara + Suelo Seco	89.43	93.05	88.56							
Peso de Agua	5.00	5.72	5.15							
Peso de Tara	71.93	73.77	72.09							
Peso del Suelo Seco	17.50	19.28	16.47							
Humedad (%)	28.57	29.67	31.27							
LIMITE PLASTICO										
Tara Nº	4	5	-							
Tara + Suelo Humedo	16.71	16.49	-							
Tara + Suelo Seco	15.84	15.63	-							
Peso de Agua	0.87	0.86	-							
Peso de Tara	10.77	10.63	-							
Peso del Suelo Seco	5.07	5.00	-							
Humedad (%)	17.16	17.20	-							
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 60%;"> <p style="text-align: center;">Límite Líquido</p> <p style="text-align: center;">$y = -4.047\ln(x) + 42.978$</p> </div> <div style="width: 35%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">Límites de Consistencia</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Limite Líquido</td> <td style="text-align: center;">29.95</td> </tr> <tr> <td>Limite Plástico</td> <td style="text-align: center;">17.18</td> </tr> <tr> <td>Indice Plástico</td> <td style="text-align: center;">12.77</td> </tr> </table> </div> </div>					Limite Líquido	29.95	Limite Plástico	17.18	Indice Plástico	12.77
Limite Líquido	29.95									
Limite Plástico	17.18									
Indice Plástico	12.77									
Observaciones										

Aplicando la ecuación se obtiene el límite líquido.

$$Y=(A).(LN(X))+B$$

$$(A)= -4.047$$

$$(B)= 42.978$$

$$y = - 4.047\ln(x) + 42.978$$

Donde el límite líquido se halló para 25 golpes.

Límites de Consistencia	
Límite Líquido	29.95
Límite Plástico	17.18
Índice Plástico	12.77

4.4.2 Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422

Se salió al campo para extraer las muestras representativas del material de préstamo, para luego someterlos a pruebas de análisis granulométricos, considerando una serie de mallas.



Figura N° 29. Tamizado de muestra para análisis granulométrico

Elaboración: El autor

Proyecto	: Construccion del Dique con Tratamiento del Relave						
Ubicación	: Canarias - Víctor Fajardo - Ayacucho						
Cliente	: Catalina Huanca Sociedad Minera SAC						
Muestra	: Material de Prestamo						
Fecha	: 23/04/2014						
Nº Ensayo	: 2014 -005						

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr.)	PARCIAL RETENIDO (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA ACUMULADO (%)		OBSERVACIONES	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		ANALISIS DE LA MUESTRA	
2"	50.800	860.00	5.61	5.61	94.39			
1½"	38.100	741.20	4.83	10.44	89.56		PESO INICIAL(gr):	15333.54
1"	25.400	907.00	5.92	16.36	83.64		HUMEDAD (%):	9.61
¾"	19.050	537.00	3.50	19.86	80.14		GRUESOS(%):	65.56
½"	12.700	895.00	5.84	25.70	74.30		GRAVA(%):	36.33
3/8"	9.525	539.00	3.52	29.22	70.78		ARENA(%):	29.23
#4	4.750	1090.20	7.11	36.33	63.67		FINOS(%):	34.44
Suma		5569.40					BANDEJA Nº	

TAMIZ.	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr.)	PARCIAL RETENIDO (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA ACUMULADO (%)		OBSERVACIONES	
					>#20	Total		
#10	2.000	26.27	10.51	10.51	89.49	56.98	ANALISIS DE LA MUESTRA	
#20	0.850	23.65	9.46	19.97	80.03	50.96		
#40	0.425	16.75	6.70	26.67	73.33	46.69	PESO INICIAL	
#60	0.250	15.11	6.04	32.71	67.29	42.84	MENOR DE LA	250.00
#100	0.150	14.73	5.89	38.60	61.40	39.09	MALLA # 4(gr):	
#200	0.075	18.27	7.31	45.91	54.09	34.44	< # 200 (%)	34.44
Bandeja		4.00						
Suma		118.78					BANDEJA Nº	

Límite líquido LL (%)	29.95
Límite plástico LP (%)	17.18
Índice plasticidad IP (%)	12.77
D60 (mm)	2.96
D30 (mm)	0.00
D10 (diámetro efectivo,mm)	0.00
Coefficiente de uniformidad (Cu)	-
Grado de curvatura (Cc)	-

Clasificación SUCS	5688.18
GC	

Según el resultado del análisis granulométrico del material de préstamo presenta las siguientes características:

PESO INICIAL(gr):	15333.54		
HUMEDAD (%):	9.61		
GRUESOS(%):	65.56	Límite líquido LL (%)	29.95
GRAVA(%):	36.33	Límite plástico LP (%)	17.18
ARENA (%)	29.23	Índice plasticidad IP (%)	12.77
FINOS(%)	34.44		

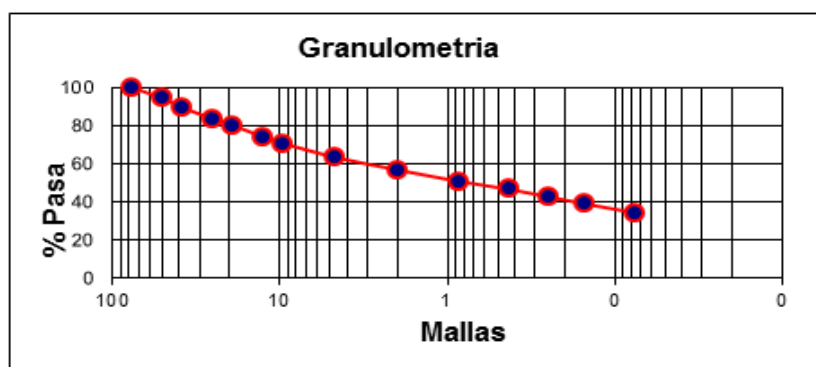


Figura N° 30. Granulometría entre %Pasa vs Mallas

Elaboración: El autor

Según el gráfico que se obtuvo entre el % Pasa vs Mallas, la clasificación del préstamo según el SUCS, resulta un **GC**, el material de préstamo es una grava arcillosa; con un contenido de suelo grueso con 65.56%; un contenido de suelo fino con 34.44%.

4.4.3 Ensayo de compactación modificado ASTM D-1557

Para el ensayo del Proctor modificado, se extrajeron muestras de material de Préstamo, además de ello se tiene que tener en cuenta que a cada muestra se realizó capas de 5, cada capa de 25 golpes; el peso del martillo fue de 4.54 kg.

Proyecto : Construccion de Dique con Tratamiento del Relave
Ubicación : Canaria - Víctor Fajardo - Ayacucho
Cliente : Catalina Huanca Sociedad Minera SAC
Fecha : 23/04/2014

N° Ensayo : 2014 - 006
Muestra : Material Prestamo
Sondaje : Material Prestamo
SUCS : GC

Proctor Tipo: Modificado
N° de Capas: 5
N° Golpes por Capa: 25
Altura de caída: 45,72cm
Peso del Martillo: 4,54kg.

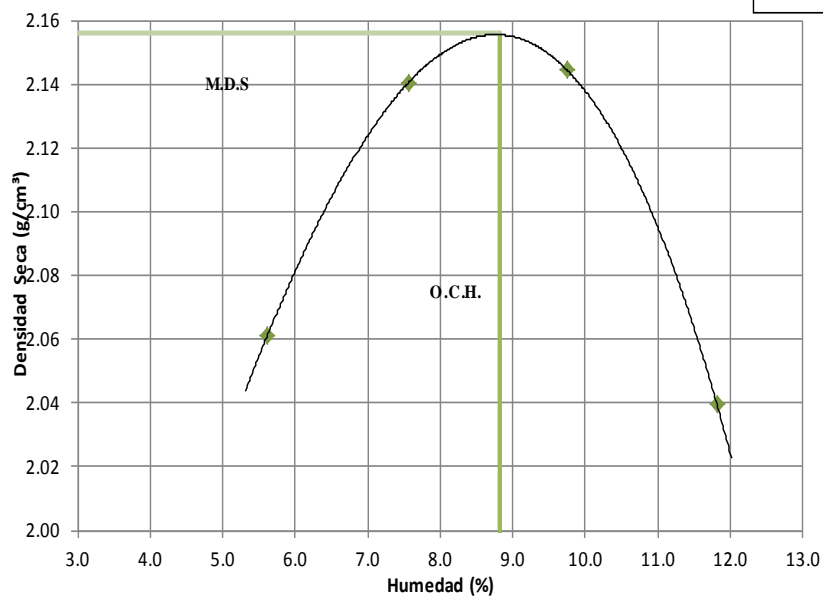
1	Ensayo N°	1	2	3	4
2	Peso suelo + molde (g)	11198	11464	11573	11418
3	Peso del molde (g)	6572	6572	6572	6572
4	Peso suelo húmedo compactado (g) (2)-(3)	4626	4892	5001	4846
5	Volumen del molde (cm ³)	2125	2125	2125	2125
6	Peso volumétrico húmedo (g/cm ³) (5)/(4)	2.18	2.30	2.35	2.28

CONTENIDO DE HUMEDAD

7	Código del recipiente.	1	2	3	4	5	6	7	8
8	Peso del recipiente+suelo húmedo (g)	292.30	315.20	309.70	293.90	299.60	329.90	288.00	276.00
9	Peso del recipiente+suelo seco (g)	279.50	301.00	291.60	276.70	277.50	305.00	262.90	252.20
10	Peso del agua (g) (8)-(9)	12.80	14.20	18.10	17.20	22.10	24.90	25.10	23.80
11	Peso del recipiente (g)	50.00	49.94	50.46	50.70	50.30	50.08	50.55	50.70
12	Peso del suelo seco (g) (9)-(11)	229.50	251.06	241.14	226.00	227.20	254.92	212.35	201.50
13	Contenido de humedad 100x(10)/(12)	5.58	5.66	7.51	7.61	9.73	9.77	11.82	11.81
14	Contenido de humedad promedio 100x(prom)	5.6		7.6		9.7		11.8	
15	Peso volumétrico seco (g/cm ³) (6)/1+(14)	2.06		2.14		2.14		2.04	

CURVA DE COMPACTACION

Resultados
OCH=8,82%
MDS =2.156g/cm³



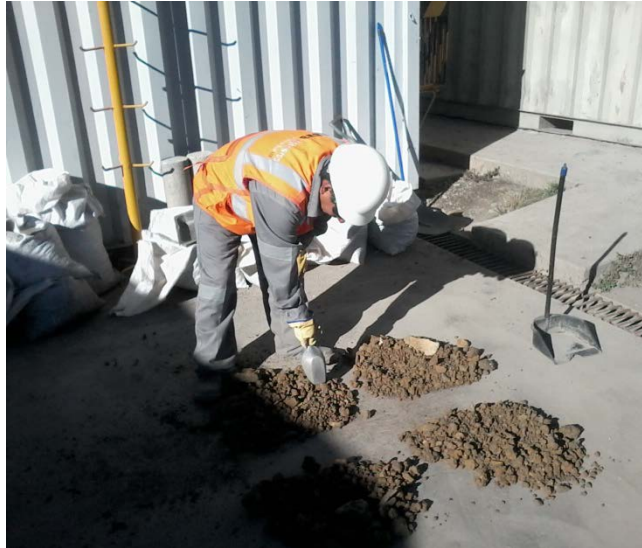


Figura Nº 31. Ensayo en laboratorio para material de préstamo
Elaboración: El autor

Mediante el ensayo de compactación modificado, se obtuvo los siguientes resultados:

Óptimo contenido de humedad (**OCH**) = 8.82%

Máxima densidad seca (**MDS**) = 2.156 g/cm³.

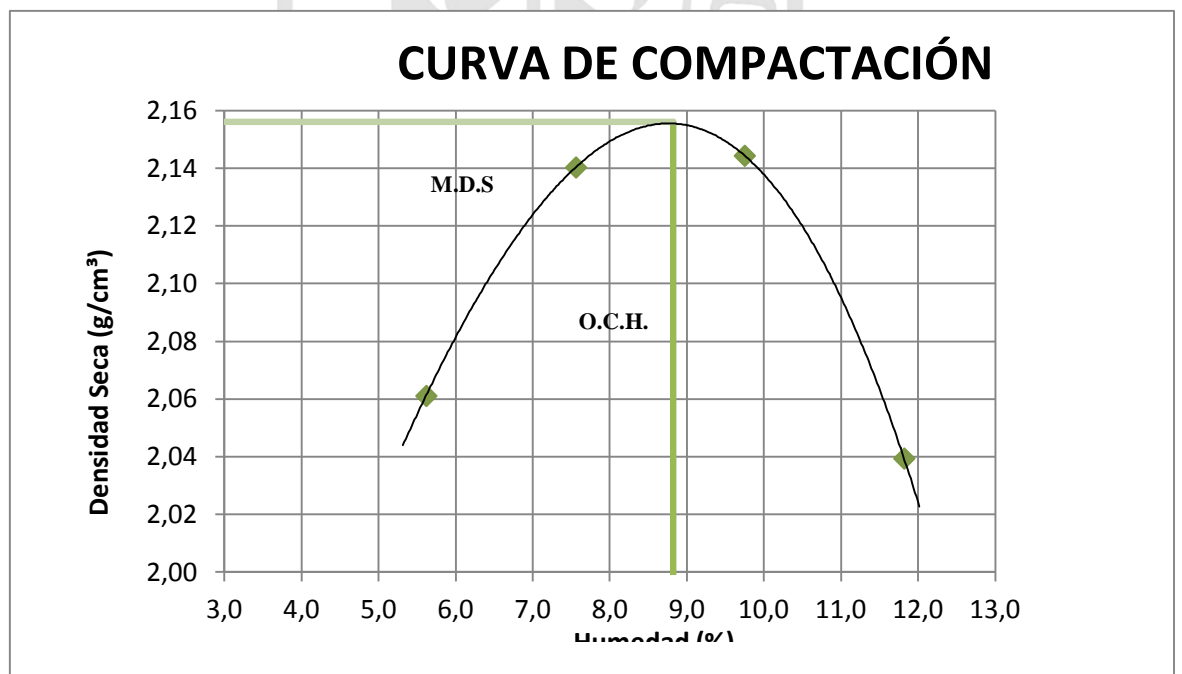


Figura Nº 32. Curva de compactación densidad seca vs humedad %
Elaboración: El autor

4.5 Ensayos de mezcla

4.5.1 Límites de consistencia ASTM D-4318

Para la obtención de los límites de consistencia, se extrajeron muestras representativas de la mezcla 3R:1P; 3 Relave y 1 de Préstamo y que se analizó en el laboratorio, se procedió a hallar, las humedades de las muestras.



Figura N° 33. Muestra de la mezcla 3R:1P
Elaboración: El autor



Figura N° 34. Ensayo de límite líquido en laboratorio equipo Casagrande
Elaboración: El autor

Proyecto	: Construccion de Dique con Tratamiento del Relave									
Ubicación	: Canarias - Víctor Fajardo - Ayacucho									
Cliente	: Catalina Huanca Sociedad Minera SAC									
Fecha	: 24/04/2014									
Nº Ensayo	: 2014 - 007									
Muestra	: Relave (3) , Prestamo (1)									
LIMITE LIQUIDO										
Tara Nº	1	2	3							
Nº de Golpes	32	25	18							
Tara + Suelo Humedo	96.62	99.91	100.73							
Tara + Suelo Seco	93.04	95.81	96.56							
Peso de Agua	3.58	4.10	4.17							
Peso de Tara	72.05	73.07	74.71							
Peso del Suelo Seco	20.99	22.74	21.85							
Humedad (%)	17.06	18.03	19.08							
LIMITE PLASTICO										
Tara Nº	4	5	-							
Tara + Suelo Humedo	15.13	14.87	-							
Tara + Suelo Seco	14.60	14.36	-							
Peso de Agua	0.53	0.51	-							
Peso de Tara	10.76	10.63	-							
Peso del Suelo Seco	3.84	3.73	-							
Humedad (%)	13.80	13.67	-							
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 60%;"> <p style="text-align: center;">Límite Líquido $y = -3.509\ln(x) + 29.258$</p> </div> <div style="width: 35%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">Límites de Consistencia</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Limite Líquido</td> <td style="text-align: center;">17.96</td> </tr> <tr> <td>Limite Plástico</td> <td style="text-align: center;">13.74</td> </tr> <tr> <td>Indice Plástico</td> <td style="text-align: center;">4.23</td> </tr> </table> </div> </div>					Limite Líquido	17.96	Limite Plástico	13.74	Indice Plástico	4.23
Limite Líquido	17.96									
Limite Plástico	13.74									
Indice Plástico	4.23									
Observaciones										

Aplicando la ecuación se obtiene el límite líquido.

$$Y=(A).(LN(X))+B$$

$$(A)= - 3.509$$

$$(B)= 29.258$$

$$y = - 3.509\ln(x) + 29.258$$

Donde el límite líquido se halló para 25 golpes.

Limite Líquido	17.96
Limite Plástico	13.74
Índice Plástico	4.23

4.5.2 Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422

Se salió al campo para extraer las muestras representativas del material de mezcla 3R:1P; para luego someterlos a pruebas de análisis granulométricos, considerando una serie de mallas.



Figura N° 35. Muestra representativa de la mezcla 3R:1P

Elaboración: El autor

Proyecto	: Construccion de Dique con Tratamiento del Relave						
Ubicación	: Canarias - Víctor Fajardo - Ayacucho						
Cliente	: Catalina Huanca Sociedad Minera SAC						
Muestra	: Relave (3) , Prestamo (1)						
Fecha	: 24/04/2014						
Nº Ensayo	: 2014 -008						

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr.)	PARCIAL RETENIDO (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA ACUMULADO (%)		OBSERVACIONES	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		ANALISIS DE LA MUESTRA	
2"	50.800	214.40	1.65	1.65	98.35			
1½"	38.100	266.50	2.05	3.70	96.30		PESO INICIAL(gr):	13005.27
1"	25.400	473.30	3.64	7.34	92.66		HUMEDAD (%):	8.90
¾"	19.050	377.10	2.90	10.24	89.76		GRUESOS(%):	50.88
½"	12.700	453.10	3.48	13.72	86.28		GRAVA(%):	20.13
3/8"	9.525	308.50	2.37	16.09	83.91		ARENA(%):	30.75
#4	4.750	525.70	4.04	20.13	79.87		FINOS(%):	49.12
Suma		2618.60					BANDEJA Nº	

TAMIZ.	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr.)	PARCIAL RETENIDO (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA ACUMULADO (%)		OBSERVACIONES	
					>#20	Total		
#10	2.000	9.64	3.86	3.86	96.14	76.79	ANALISIS DE LA MUESTRA	
#20	0.850	6.43	2.57	6.43	93.57	74.73		
#40	0.425	3.12	1.25	7.68	92.32	73.74	PESO INICIAL	
#60	0.250	3.75	1.50	9.18	90.82	72.54	MENOR DE LA	250.00
#100	0.150	24.87	9.95	19.13	80.87	64.59	MALLA # 4(gr):	
#200	0.075	48.42	19.37	38.50	61.50	49.12	< # 200 (%)	49.12
Bandeja		0.00						
Suma		96.23					BANDEJA Nº	

Límite líquido LL (%)	17.96
Límite plástico LP (%)	13.74
Índice plasticidad IP (%)	4.22
D60 (mm)	0.12
D30 (mm)	0.00
D10 (diámetro efectivo,mm)	0.00
Coefficiente de uniformidad (Cu)	-
Grado de curvatura (Cc)	-

Clasificación SUCS	
SC-SM	

Según el resultado del análisis granulométrico del material de préstamo, presenta las siguientes características:

HUMEDAD (%):	8.90
GRUESOS(%):	50.88
GRAVA(%):	20.13
ARENA(%):	30.75
FINOS(%):	49.12

Límite líquido LL (%)	17.96
Límite plástico LP (%)	13.74
Índice plasticidad IP (%)	4.22

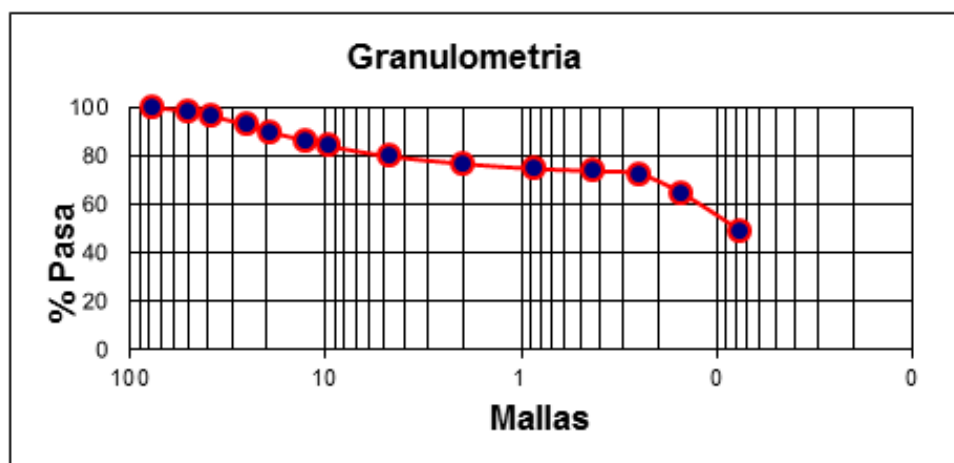


Figura N° 36. Granulometría entre %pasa vs mallas

Elaboración: El autor

Según el gráfico que se obtuvo entre el % pasa vs mallas, de la Mezcla 3R:1P; según la clasificación SUCS, resulta un **SC-SM**, la mezcla es una arena arcilla limosa; con un contenido de suelo grueso con 50.88%; un contenido de suelo fino con 49.12%.

4.5.3 Ensayo de Compactación Modificado ASTM D-1557

Para el ensayo del Proctor modificado, se extrajeron muestras de mezcla 3R:1P; otro aspecto que se tomó en cuenta es que a cada muestra se realizó capas de 5, cada capa de 25 golpes; el peso del martillo fue de 4.54 kg.



Figura N° 37. Muestras de la mezcla para ensayo Proctor Modificado

Elaboración: El autor



Figura N° 38. Capas de 5; cada capa 25 golpes con martillo

Elaboración: El autor

Proyecto : Construccion de Dique con Tratamiento del Relave
Ubicación : Canaria - Victor Fajardo - Ayacucho
Cliente : Catalina Huanca Sociedad Minera SAC
Fecha : 24/04/2014

N° Ensayo : 2014 - 009 **Proctor Tipo:** Modificado
Muestra : Relave (3) , Prestamo (1) **N° de Capas:** 5
Sondaje : Mezcla 3.0x1.0 **N° Golpes por Capa:** 25
SUCS : SC - SM **Altura de caída:** 45,72cm
Peso del Martillo: 4,54kg.

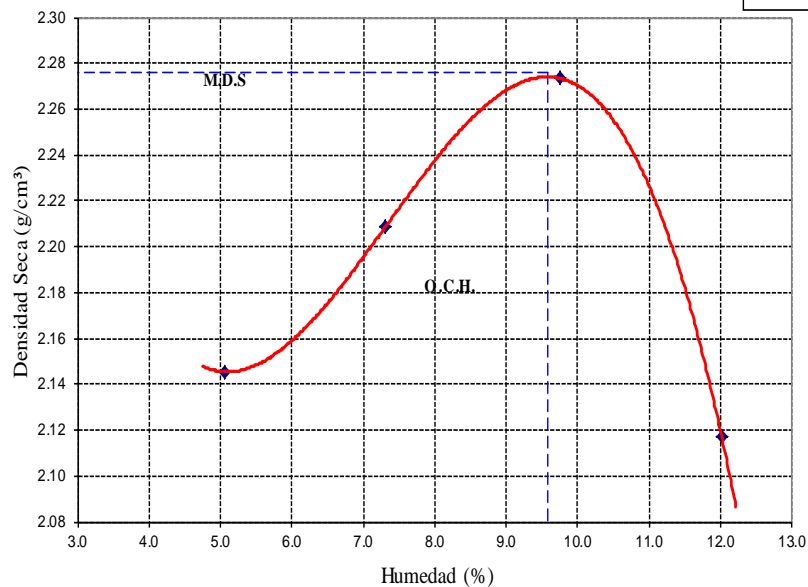
1	Ensayo N°	1	2	3	4
2	Peso suelo + molde (g)	6294	6403	6520	6404
3	Peso del molde (g)	4182	4182	4182	4182
4	Peso suelo húmedo compactado (g) (2)-(3)	2112	2221	2338	2222
5	Volumen del molde (cm ³)	937	937	937	937
6	Peso volumétrico húmedo (g/cm ³) (5)/(4)	2.25	2.37	2.50	2.37

CONTENIDO DE HUMEDAD

7	Código del recipiente.	1	2	3	4	5	6	7	8
8	Peso del recipiente+suelo húmedo (g)	201.08	201.62	223.66	212.37	210.59	219.14	205.73	206.71
9	Peso del recipiente+suelo seco (g)	194.79	195.40	213.48	202.78	198.52	205.99	191.58	192.21
10	Peso del agua (g) (8)-(9)	6.29	6.22	10.18	9.59	12.07	13.15	14.15	14.50
11	Peso del recipiente (g)	70.93	71.93	73.77	72.09	75.25	70.75	73.75	71.62
12	Peso del suelo seco (g) (9)-(11)	123.86	123.47	139.71	130.69	123.27	135.24	117.83	120.59
13	Contenido de humedad 100x(10)/(12)	5.08	5.04	7.29	7.34	9.79	9.72	12.01	12.02
14	Contenido de humedad promedio 100x(prom	5.1		7.3		9.8		12.0	
15	Peso volumétrico seco (g/cm ³) (6)/1+(14)	2.15		2.21		2.27		2.12	

CURVA DE COMPACTACION

Resultados
OCH=9.58%
MDS =2.276g/cm³



Mediante el ensayo de compactación modificado, se obtuvo los siguientes resultados:

Óptimo contenido de humedad (**OCH**) = **9.58%**

Máxima densidad seca (**MDS**) = **2.276 g/cm³**.

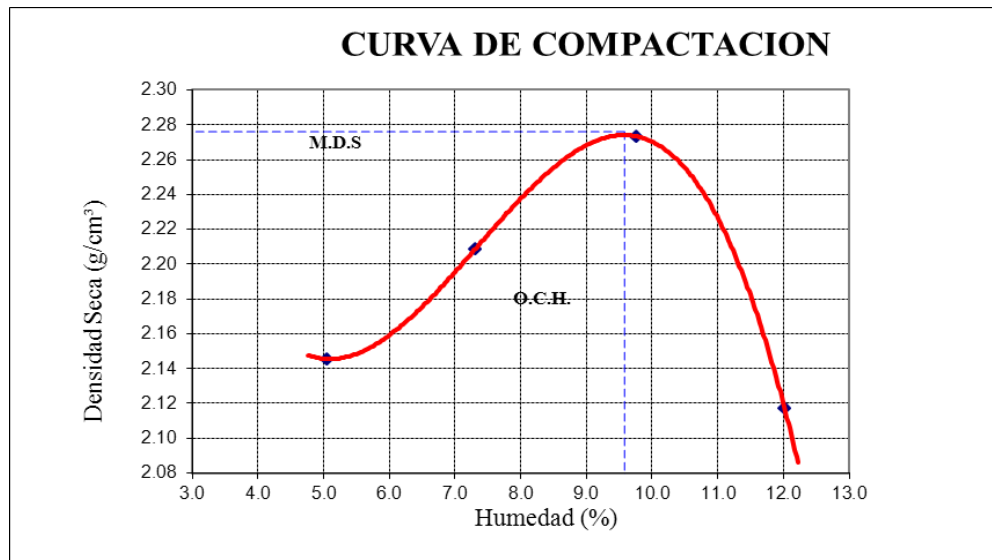


Figura Nº 39. Curva de compactación densidad seca vs humedad %
Elaboración: El autor

La mezcla obtenida del Relave con el Préstamo en la proporción 3R:1P; es sin duda la adecuada, la mejor opción para realizar la mezcla en grandes cantidades y de esa manera utilizar el relave para la construcción del dique se puede compactar sin ningún problema, porque se tiene la seguridad que al momento de compactar la capa de 35cm de mezcla, se obtendrá los resultados requeridos.

4.6 Ensayos de Densidad Natural Método del Cono de Arena ASTM-D 1556

Este ensayo de densidad se aplica en cada capa compactada, se realiza las pruebas una vez que se haya terminado de compactar todo el área, con todas las pasadas de rodillo necesarios para llegar al 95% de grado de compactación.



Figura N° 40. Ensayos con cono de arena en capa compactada
Elaboración: El autor



Figura N° 41. Ensayos realizados en Catalina Huanca
Elaboración: El autor

PROYECTO:	CONSTRUCCION DE DIQUE CON TRATAMIENTO DEL RELAVE - 2014								
ZONA:	RF-1 (VASO INFERIOR)								
CLIENTE:	CATALINA HUANCA SOCIEDAD MINERA S.A					FECHA:	03-jun-14		
AREA:	3600.12					TURNO:	DIA		
CAPA:	0.30 cm								
ITEM	DESCRIPCION:			UNI.	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	ENSAYO 4	
CONTENIDO DE HUMEDAD (SUELO EXCAVADO)									
1	Recipiente + Suelo Humedo			gr	740.00	585.00	680.00	570.00	
2	Recipiente + Suelo Seco			gr	710.00	562.00	648.00	545.00	
3	Agua		(1-2)	gr	30.00	23.00	32.00	25.00	
4	Recipiente N°			gr	400.00	310.00	310.00	280.00	
5	Suelo Seco		(2-4)	gr	310.00	252.00	338.00	265.00	
6	Humedad		(3/5x100)	%	9.68	9.13	9.47	9.43	
DETERMINACION DEL PESO SECO DEL SUELO EXCAVADO									
7	Recipiente + Suelo Humedo Total			gr	6,530	6,850	6,160	7,140	
8	Recipiente			gr	20	20	20	20	
9	Suelo Humedo Total		(7-8)	gr	6,510	6,830	6,140	7,120	
10	Suelo Húmedo Retenido en Tamiz N° 4			gr	1,905	1,850	1,995	2,330	
11	Suelo Seco Retenido en Tamiz N°4		(10/(1+6/100)	gr	1,736.91	1,695.27	1,822.46	2,129.14	
12	Suelo Humedo que pasa tamiz N° 4		(9-10)	gr	4,605.00	4,980.00	4,145.00	4,790.00	
13	Suelo Seco que pasa tamiz N° 4		(12/(1+6/100)	gr	4,198.68	4,563.49	3,786.51	4,377.07	
14	Suelo seco total		(11+13)	gr	5,935.59	6,258.76	5,608.97	6,506.21	
15	Peso Volumetrico de Grava			gr/cm³	2.53	2.53	2.53	2.53	
16	Volumen Retenido en tamiz N° 4		(10/15)	cm³	752.96	731.23	788.54	920.95	
17	Porcentaje de Grava		(11/14x100)	%	29.26	27.09	32.49	32.72	
DETERMINACION DEL VOLUMEN DEL AGUJERO EXCAVADO									
18	Peso Arena + Recipiente			gr	7,955	6,875	6,625	6,915	
19	Peso Arena Sobrante + Recipiente			gr	2,815	1,350	1,680	1,300	
20	Peso Arena (cono inferior)			gr	1,415	1,585	1,452	1,585	
21	Peso Arena Calibrada dentro del agujero		(18-(19+20))	gr	3,725.00	3,940.00	3,493.00	4,030.00	
22	Densidad Arena calibrada			gr/cm³	1.43	1.43	1.43	1.43	
23	Volumen excavacion		(21/22)	cm³	2,604.90	2,755.24	2,442.66	2,818.18	
24	Volumen Retenido en Tamiz N° 4		(16)	cm³	752.96	731.23	788.54	920.95	
25	Volumen que pasa el tamiz N° 4		(23-24)	cm³	1,851.93	2,024.02	1,654.12	1,897.23	
DENSIDAD NATURAL									
26	Densidad Humeda Total		(9/23)	gr/cm³	2.50	2.48	2.51	2.53	
27	Densidad Seca Total		(14/23)	gr/cm³	2.28	2.27	2.30	2.31	
28	Densidad Seca Material que pasa Tamiz N°4		(13/25)	gr/cm³	2.27	2.25	2.29	2.31	
29	Maxima Densidad Seca Total Corregida (Dato Lab.)			gr/cm³	2.35	2.35	2.35	2.35	
30	Porcentaje de Compactación		(27/29)x100	%	96.96	96.66	97.71	98.24	

Ensayo de densidad, por método del cono de arena, según el cuadro nos muestra que el resultado final del porcentaje de compactación en los cuatro ensayos es mayor al 95%. Esto indica que la capa compactada llego al mínimo requerido para ser aprobada y posteriormente, conformar y compactar una capa nueva.

4.7 Ensayo de reemplazo por volumen de agua ASTM D - 5030

El ensayo por volumen de agua se realizó para saber el porcentaje de vacíos que existe en la capa conformada, el máximo de vacíos debe ser 25%, el espesor por capa es de 1m de altura, para realizar el ensayo se tiene que excavar a una profundidad de 0.50m, se le tiene que dar la forma de una círculo, el diámetro tiene que ser de 1.50m, una hecho el hueco se coloca un plástico en todo la base y el borde del agujero, luego se llena con agua hasta la parte superficial del agujero, se cuantifica el volumen del agua que entró en el agujero y las piedras que salieron del agujero.



Figura N° 41. Excavación de agujero 0.50m de profundidad, 1.50m de diámetro
Elaboración: El autor



Figura N° 42. Ensayo de reemplazo por volumen de agua
Elaboración: El autor

Proyecto	: Construccion de Dique con Tratamiento del Relave			Calicata :			D-1
Ubicación	: Canarias - Víctor Fajardo - Ayacucho			Profundidad de Ensayo (m):			0.50
Cliente	: Catalina Huanca Sociedad Minera S.A			Cota :			3476.00
Fecha:	09-may-14						
A) VOLUMEN INICIAL (V1) - Agua usada para llenar el anillo / marco							
Recipiente	Peso Inicial (Kg)	Peso Final (Kg)	Peso Neto (Kg)	Recipiente	Peso Inicial (Kg)	Peso Final (Kg)	Peso Neto (Kg)
R1	0.00	0.00	0.00	R4	0.00	0.00	0.00
R2	0.00	0.00	0.00	R5	0.00	0.00	0.00
R3	0.00	0.00	0.00	R6	0.00	0.00	0.00
Total (Kg)							0.00
Densidad del Agua (Kg/cm3)							0.001
Volumen de Agua usada para llenar el anillo / marco (cm3)							0.00
B) PESO DE LA MUESTRA (W) - Peso de la muestra extraida del hoyo (Kg)							
Saco	Peso Inicial (Kg)	Peso Final (Kg)	Peso Neto (Kg)	Saco	Peso Inicial (Kg)	Peso Final (Kg)	Peso Neto (Kg)
B1	68.84	0.00	68.84	B8	111.08	0.00	111.08
B2	99.80	0.00	99.80	B9	97.10	0.00	97.10
B3	93.06	0.00	93.06	B10	87.00	0.00	87.00
B4	93.06	0.00	93.06	B11	27.32	0.00	27.32
B5	90.58	0.00	90.58	B12	118.34	0.00	118.34
B6	92.04	0.00	92.04	B13	100.00	0.00	100.00
B7	83.58	0.00	83.58	B14	134.00	0.00	134.00
Total (Kg)							1,295.80
C) VOLUMEN FINAL (V2) - Agua usada para llenar el hoyo + anillo / marco							
Recipiente	Peso Inicial (Kg)	Peso Final (Kg)	Peso Neto (Kg)	Recipiente	Peso Inicial (Kg)	Peso Final (Kg)	Peso Neto (Kg)
R1	40.00	0.00	40.00	R9	40.00	0.00	40.00
R2	40.00	0.00	40.00	R10	40.00	0.00	40.00
R3	40.00	0.00	40.00	R11	40.00	0.00	40.00
R4	40.00	0.00	40.00	R12	40.00	0.00	40.00
R5	40.00	0.00	40.00	R13	40.00	0.00	40.00
R6	40.00	0.00	40.00	R14	40.00	0.00	40.00
R7	40.00	0.00	40.00	R15	20.00	0.00	20.00
R8	40.00	0.00	40.00	R16	0.00	0.00	0.00
Total (Kg)							580.00
Densidad del Agua (Kg/cm3)							0.001
Volumen de Agua usada para llenar el anillo sin marco (cm3)							580,000.00
D) CONTENIDO DE HUMEDAD (w%)							
Contenido de humedad (%)							5.60%
E) CÁLCULOS							
E.1.- Peso de la muestra W (gr)							1,295,800.00
E.2.- Volumen del hoyo V = V 2- V1 (cm3)							580,000.00
E.3.- Densidad Humeda $\gamma_h = W / V$ (gr/cm3)							2.23
E.4.- Densidad Seca $\gamma_d = \gamma_h / (1+w\%)$ (gr/cm3)							2.12
E 5 - Peso específico de la Roca (gr/cm3)							2.59
E 6 - % de Vacios							15.93%

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN Y APLICACIONES

- Los relaves tendrán un ciclo de carga, transporte, secado, escarificado y compactación de un día como mínimo. El espesor de capa máximo después de compactado deberá ser de 0.35 m y alcanzar un grado de compactación mínimo de 95% del Proctor.
- El óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca pueden variar o mantenerse, para ello se debe llevar un control de la mezcla cada 1m de altura, cada 3 capas hacen un metro de altura; dos capas de 0.35m y una capa de 0.30m.



Figura Nº 43. Vista Panorámica del Dique
Elaboración: El autor

- La humedad de la mezcla debe estar en los valores de 8.5% - 11%, para su compactación, ya que depende de estas humedades para poder descargar la mezcla en la plataforma y compactarlo con una humedad óptima, se debe tener un control de los conos de mezcla, porque de lo contrario esto puede afectar a la capa compactada, presentando acolchonamientos y lo más grave aún que no pase los ensayos requeridos.
- Según los ensayos realizados para el relave; los límites de consistencia ASTM D-4318; análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422; Ensayo de compactación modificado ASTM D-1557; de todos ellos finalmente se obtuvo que:

PESO INICIAL(gr):	100.00		
HUMEDAD (%):	16.10		
GRUESOS(%):	26.92		
GRAVA(%)	0.00	Límite líquido LL (%)	17.43
ARENA(%)	26.92	Límite plástico LP (%)	12.59
FINOS(%)	73.08	Índice plasticidad IP (%)	4.84

La clasificación del relave según el SUCS, resulta un **CL-ML**, el relave es una arcilla limosa inorgánicos, con un contenido de suelo grueso de 26.92%; un contenido de suelo fino con 73.08%; además se calculó el óptimo contenido de humedad OCH=9.72% y la máxima densidad Seca MDS=2.157gr/cm³; en esta muestra representativa del relave se analizó que el contenido de finos es ampliamente superado con respecto al grueso, con una diferencia de 46.16% mayor de finos.

- Según los ensayos realizados para el préstamo; los límites de consistencia ASTM D-4318; análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422; ensayo de compactación modificado ASTM D-1557; de todos ellos finalmente se obtuvo que:

PESO INICIAL(gr):	15333.54		
HUMEDAD (%):	9.61		
GRUESOS(%):	65.56	Límite líquido LL (%)	29.95
GRAVA(%)	36.33	Límite plástico LP (%)	17.18
ARENA(%)	29.23	Índice plasticidad IP (%)	12.77
FINOS(%)	34.44		

La clasificación del material de préstamo según el SUCS, resulta un **GC**, el material de préstamo es una grava arcillosa; con un contenido de suelo grueso con 65.56%; un contenido de suelo fino con 34.44%, además se calculó el óptimo contenido de humedad OCH=8.82% y la máxima densidad seca MDS=2.156 gr/cm³; en esta muestra representativa del préstamo se analizó que el contenido de gruesos entre grava y arena, es mucho mayor al porcentaje de finos.

- Según los ensayos realizados para la mezcla 3R:1P; los límites de consistencia ASTM D-4318; análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422; ensayo de compactación modificado ASTM D-1557; de todos ellos finalmente se obtuvo que:

HUMEDAD (%):	8.90		
GRUESOS(%):	50.88	Límite líquido LL (%)	17.96
GRAVA(%)	20.13	Límite plástico LP (%)	13.74
ARENA(%)	30.75	Índice plasticidad IP (%)	4.22
FINOS(%)	49.12		

La clasificación de la mezcla 3R:1P según el SUCS, resulta un **SC-SM**, la mezcla es una arena arcilla limosa; con un contenido de suelo grueso con 50.88%; un contenido de suelo fino con 49.12%, además se calculó el óptimo contenido de humedad OCH=9.58% y la máxima densidad seca MDS=2.276gr/cm³; en esta muestra representativa de la mezcla se analizó que el contenido de gruesos entre grava y arena, es mayor que el porcentaje de finos.

- Se estima que el término de la vida útil del depósito de relaves será de 5 años.
- Los relaves a ser filtrados deben contener un contenido máximo de finos de 60% bajo la malla 200. El rango ideal es 53 a 57% de finos.
- El contenido de sólidos a la salida del filtro debe ser como mínimo 88% o su equivalente en contenido de agua de 17%. el rango ideal es 88 a 89% de contenido de sólidos.
- No es admisible la formación de nivel freático al interior del depósito de relaves a profundidades menores a los 20 m.

5.1 Aplicación y dosificación de cal en el relave saturado

Tabla N°06. Control de humedades en Mezclas de Relave + Cal

Fecha	Peso relave (Tn)	Peso acumulado de mezcla (Tn)	% relave en la mezcla	Peso cal (Tn)	% Cal en mezcla	H%	Ubicación	Observación
						17.05	pacuni	humedad inicial
05/05/2014	100	101	99	1	1	16.60	pacuni	humedad de la mezcla
06/05/2014	80	181	99.4	0	0.6	15.24	pacuni	adiciono 80tn al cono
07/05/2014	80	261	99.6	0	0.4	14.41	pacuni	adiciono 80tn al cono
08/05/2014	80	341	99.7	0	0.3	13.77	pacuni	adiciono 80tn al cono
09/05/2014	80	421	99.8	0	0.2	12.90	pacuni	adiciono 80tn al cono

Elaboración: El autor

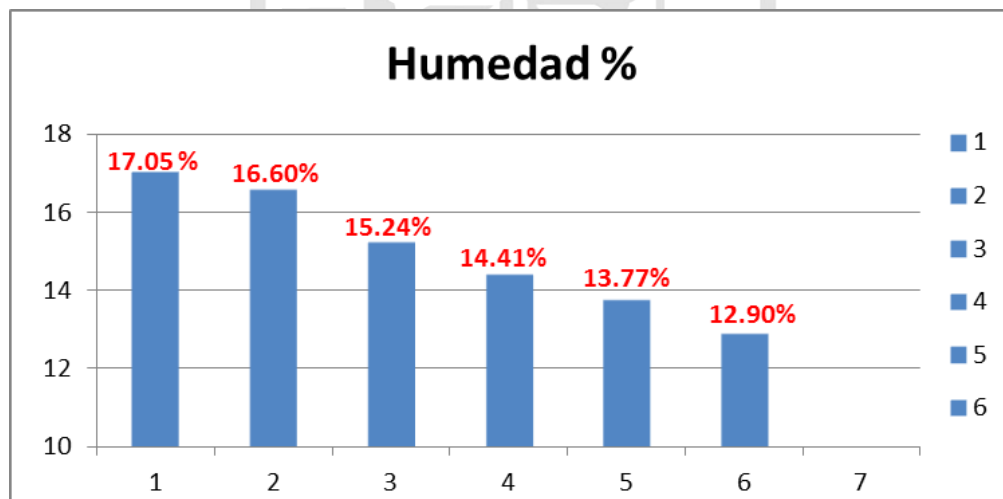
El relave que sale de planta, es un relave saturado con alto porcentaje de humedad, que comprende entre los valores de 17% a 18%, al momento de trasladar y descargar en las áreas de secado del relave, este tiene que ser manipulado por equipos como excavadoras y tractores para su secado y así disminuir el contenido de humedad, esto es un trabajo que emplea una gran cantidad de tiempo para los equipos, ellos tienen que estar en constante movimiento para su mayor secado del relave, esto se ejecuta cuando el clima es favorable, cuando el cielo este despejado y el Sol esté resplandeciente; todo lo contrario sería cuando empieza a llover, porque se para la actividad del secado del relave, hasta que nuevamente se despeje y empiece a solear, como el clima es impredecible nunca se sabe si dejará de llover ese mismo día, pueda que sean varios días de lluvia y esto afectaría el

trabajo del secado del relave, ya que aumentaría la humedad del relave por las fuertes precipitaciones.

Entonces se buscó la manera de cómo poder contrarrestar las inclemencias del clima que afectan las actividades que se realiza a diario en la construcción del Dique, es por eso que se buscó una posible alternativa, que es el uso de la cal mezclando con el relave para disminuir el porcentaje de humedad del relave saturado en un menor tiempo, cuando llueve y luego cesa de llover, tranquilamente se puede mezclar el relave con la cal sin necesidad de esperar que el clima empiece a despejar y solear, ya que la cal genera el calor necesario para poder disminuir el porcentaje de humedad.

En este cuadro, se realizó el mezclado de cal con el relave, en el cual se aprecia que mientras van transcurriendo los días el porcentaje de humedad disminuye un porcentaje de 4.15% el cual es muy significativo cuando el clima es desfavorable.

Tabla N°07. Gráfico variación de humedades - %Humedad vs días



Elaboración: El autor

Una vez mezclado el relave con cal, la mezcla se deja en forma de un cono para luego cubrirlo con mantas para que no lo malogre la posible lluvia que podría caer en cualquier momento. En la siguiente imagen, se observa el procedimiento del mezclado con la cal.

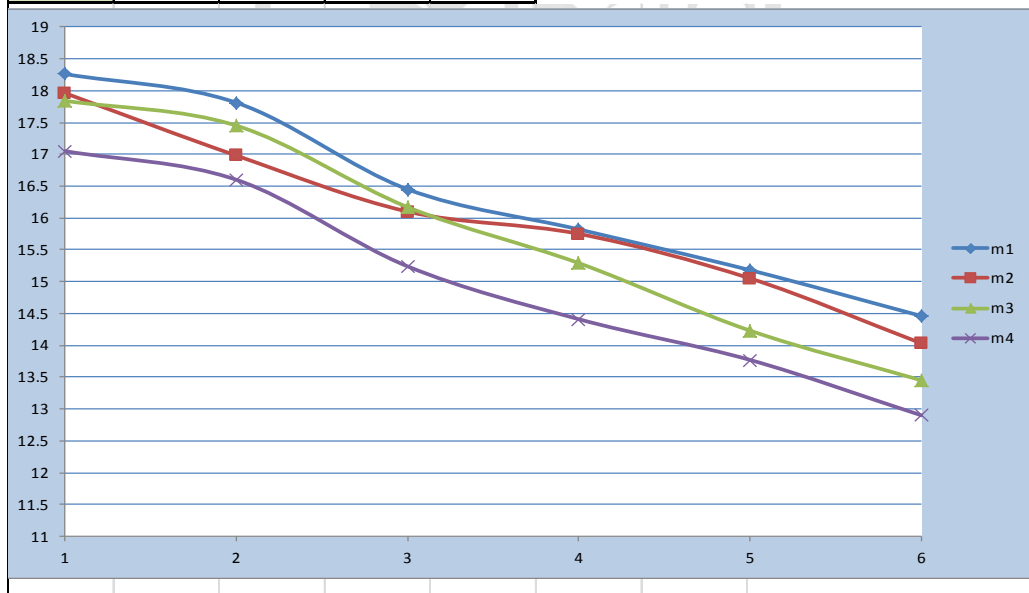


Figura N° 44. Mezclado de cal con relave en un clima desfavorable
 Elaboración: El autor

Tabla N°06. Cuadro resumen de desempeño humedades con cal

días	m1	m2	m3	m4
1	18.26	17.96	17.84	17.05
2	17.81	16.98	17.45	16.60
3	16.45	16.10	16.17	15.24
4	15.82	15.75	15.29	14.41
5	15.18	15.05	14.23	13.77
6	14.46	14.03	13.45	12.90

CUADRO RESUMEN DE DESEMPEÑO HUMEDADES CON CAL



Elaboración: El autor

CONCLUSIONES

1. La planta de beneficio de la Unidad Minera Catalina Huanca produce por día 1000TMD, de ello solo el 15% es el mineral en sí y el restante es el relave 850TMD, el relave filtrado de Planta tiene un contenido de sólidos de 88%, una humedad de 17%.
2. La mezcla producto del relave con el material de préstamo está en la proporción de 3R:1P, una vez dosificado los materiales se tiene que dar como mínimo 3 batidas con la finalidad de homogenizar la mezcla.
3. Se llevaron muestras de mezcla al laboratorio, para realizar su respectivo análisis granulométrico por tamizado, ASTM D-422, como resultado del ensayo de la mezcla según la clasificación SUCS, se obtuvo un SC-SM, arena arcillosa Limosa (mezcla de arena y arcilla mal graduada).
4. Durante todo el proceso de operación del depósito de relaves se deberá monitorear la densidad y humedad de compactación, espesor de capa compactada y granulometría de los relaves depositados. Este control será como mínimo de cuatro controles semanales. Las capas luego de compactadas deberán tener una pendiente uniforme de 2%, en dirección hacia aguas abajo.
5. En el área de depósitos de relaves, se construirá canales perimetrales de coronación que permitan captar y derivar las aguas de escorrentía,

también se construirá un sistema de subdrenaje para evacuar y drenar las aguas de las precipitaciones pluviales que caen directamente en el área del depósito de relaves y las aguas subterráneas.

6. Para un buen compactado de material, lo principal es la humedad del material, ya que si no se logra obtener la humedad ideal para compactar puede haber complicaciones futuras, como acolchonamientos en la capa compactada, lo cual afectaría al momento de realizar las pruebas de densidad, debe salir como mínimo 95% en la prueba mencionada, La humedad óptima para compactar la mezcla debe ser un promedio no mayor de 11.00%.
7. En el Pedraplén la capa conformada y compactada se debe obtener como máximo 25% del porcentaje de vacíos, si no fuera el caso se tiene que volver a reconformar para cubrir los vacíos entre piedra y piedra.
8. El uso de cal se debe tomar en cuenta para días de lluvia, donde es muy complicado el secado del relave, con el mezclado del relave con la cal, se estaría aprovechando el tiempo en que los equipos estarían sin actividad por el mal clima, ya que el mezclado de estos dos materiales se puede realizar incluso cuando el clima este nublado, la cal genera el calor necesario para disminuir el porcentaje de humedad del relave, para luego poder mezclar en una humedad hasta de 12% el relave con un préstamo menos húmedo que el relave.

RECOMENDACIONES

1. Para construir la base de cimentación del depósito de relaves se excavará y removerá todo el material orgánico; suelo húmedo o saturado, luego se compactará la capa de material arcilloso existente para impermeabilizar la cimentación; asimismo, se instalará un sistema de drenaje y subdrenaje que permitirá manejar las aguas superficiales y la probable presencia de aguas subterráneas.
2. El escarificado se realiza con el tractor, con el ripper de este, las líneas entre sí debe ser de 60cm y se escarifica una profundidad no mayor de 10 cm, para la adherencia entre la capa compactada y la capa nueva a conformar.
3. El compactado del material de mezcla siempre se realiza de estribo a estribo paralelo al hombro del dique, esto se debe hacer para una mayor estabilidad al dique, al momento de entrar los volquetes a la plataforma, trasladando mezcla para descargar se debe evitar pisar el escarificado, ya que si el volquete pisa el escarificado este se sella y no permite la adherencia entre capa compactada y capa conformda.

4. Se recomienda que el material de top soil, se disponga en una zona cercana para su posterior uso en los recubrimientos de los desmontes y cumplir con el cierre según la normatividad ambiental.
5. Debe realizarse el monitoreo topográfico del depósito de relaves mediante un sistema de mediciones ha hitos topográficos monumentado en puntos estratégicos del depósitos a partir de un punto geodésico, a los hitos de control topográfico en cada uno de los depósitos de relaves, durante la construcción del dique, deberá existir un control topográfico así mismo durante su recrecimiento.
6. Durante la ocurrencia de un evento sísmico significativo (intensidad sísmica en la escala de Mercalli Modificado de VI o mayor) o precipitaciones importantes (lluvias de 57mm en 24 horas, de período de retorno de 100 años o mayor) se deberá hacer inspecciones especiales de daños.
7. Para el uso de la cal se tiene que tener muy en cuenta que los trabajadores que estén en contacto directo con este material tiene que estar con los equipos necesarios para evitar posibles enfermedades.
8. En el pedraplén las piedras a conformar debe tener como máximo un diámetro de 12 pulgadas, para no crear muchos vacios entre sí.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Bibliográficas

1. Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C. 17 de setiembre del 2012, Manual de Sensibilización y Concientización Ambiental.
2. Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C. 2012, Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo.
3. Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C. 2013. Experiencia de Operación de Depósitos de Relaves Espesados y Filtrados.
4. Dammert Alfredo, Molinelli Fiorella, 2007, Panorama de la Minería en el Perú, visión general de la minería peruana.
5. Ministerio de Energía y Minas. 2010. Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional Decreto Supremo N° 055-2010-EM.
6. Ramírez Morandé Nelson A. 31 de diciembre del 2007. Guía Técnica de Operación y Control de Depósitos de Relaves.
7. Unidad Minera Catalina Huanca. Abril del 2013. Planos y fotografías del relave.

Hemerográficas

8. Artículo Gentileza de Alvaro Huerta, Head of Tailings-Geotechnics Services.
9. Juan Manuel Montero Peña. 2001. Realidad minera y sustentabilidad en la minería.
10. Revista Internacional Especializada en Minería y Energía. Lima 15 Junio 2014. Última Generación en filtros Prensa para Concentrados y Relaves.

Electrónicas

<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/dgaam/guias/relaveminero>

<http://www.osinerg.gob.pe>

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81619984010>

<http://revistas.concytec.gob.pe/scielo.php>

http://www.laprimera peru.pe/online/nacional/relaves-llegan-a-ayacucho_66226.html

<http://www.mineriaenergia.com/ultima-generacion-en-filtros>

<http://blog.pucp.edu.pe/index.php?blogid=371>

<http://es.scribd.com/doc/57043507/Tabla-Clasificacion-Sucs-1>

<http://www.activosmineros.com.pe/amsac/images/stories/Archivos/Proyectos%20Ejecutados/file61.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de consistencia

ANEXO 2. Operacionalización de las variables

ANEXO 3. Presupuesto del Proyecto

**ANEXO 4. Plano topográfico en corte del Dique con relave en Mina
Catalina Huanca**

**ANEXO 5. Plano topográfico en corte del Pedraplén en Mina Catalina
Huanca**

ANEXO 6. Cálculo de volumen proyectado de Pedraplén

ANEXO 7. Plano as built de la construcción del dique 2014

ANEXO 8. Plano as built de la construcción del Pedraplen 2014

ANEXO 1. Matriz de consistencia

MATRÍZ DE CONSISTENCIA					
CONSTRUCCIÓN DE DIQUE CON TRATAMIENTO DEL RELAVE, EN MINA CATALINA HUANCA- REGIÓN AYACUCHO					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍAS	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
<p>Problema General:</p> <p>¿De qué manera se puede utilizar como material de construcción de un dique, el desecho minero (relave)?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Direccionar e Incorporar constructivamente el uso correcto del relave y establecer procesos constructivos para la ejecución de un dique empleando el relave.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>Construir un dique empleando el relave como uno de los materiales principales, en mina Catalina Huanca-Ayacucho.</p>	<p>Variable Independiente:</p> <p>Construcción de un dique</p> <p>Variable Dependiente:</p> <p>Contaminación Ambiental por filtraciones del relave saturado.</p>	<p>La metodología a aplicar será de tipo cuantitativo, descriptivo y práctico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recopilación de datos en campo. • Levantamiento topográfico. • Pruebas y Ensayos en laboratorio. • Resultados de pruebas y ensayos. • Presupuesto. <p>se establecerá los procedimientos constructivos y se aplicara en la unidad minera CHSM.</p>	<p>El enfoque de investigación es de tipo cuantitativo, de nivel exploratorio. Explicativo y correlacional</p>
<p>Problema Específico:</p> <p>1. ¿Se cree que existe contaminación ambiental, producto de la aplicación del desecho minero?</p> <p>2. ¿Es posible emplear el relave para la construcción de un dique?</p>	<p>Objetivos Específicos:</p> <p>1. Preservar y mejorar la vida, salud de las personas y el medio ambiente; minimizar la contaminación ambiental.</p> <p>2. Reciclar el relave minero empleándolo en la construcción del dique.</p>	<p>Hipótesis Secundario:</p> <p>1. Concientizando a la unidad minera para evitar la contaminación del medio ambiente, mejorar y elevar la calidad de vida.</p> <p>2. Incorporando el relave en la mezcla para su compactación</p>	<p>Variable Independiente:</p> <p>Comportamiento de la mezcla con relave.</p> <p>Variable Dependiente:</p> <p>Contaminación ambiental</p> <p>Variable Independiente:</p> <p>Incremento del relave minero producto del procesamiento de los minerales</p> <p>Variable Dependiente:</p> <p>Costo del proyecto</p>		

ANEXO 2. Operacionalización de las variables

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES			
CONSTRUCCIÓN DE DIQUE CON TRATAMIENTO DEL RELAVE, EN MINA CATALINA HUANCA- REGIÓN AYACUCHO			
HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	DIMENSIÓN
Hipótesis General:			
Construir un dique empleando el relave como uno de los materiales principales, en mina Catalina Huanca-Ayacucho.	Variable Independiente: Construcción de un dique Variable Dependiente: Contaminación Ambiental por filtraciones del relave saturado.	a) Análisis Granulométrico b) límites de consistencia c) Ensayo de compactación	a) Tamíz N° 200 b) 95%
Hipótesis Secundario:			
1. Concientizando a la unidad minera para evitar la contaminación del medio ambiente, mejorar y elevar la calidad de vida.	Variable Independiente: Comportamiento de la mezcla con relave. Variable Dependiente: Contaminación ambiental	a) Análisis Granulométrico b) límites de consistencia c) Ensayo de compactación	a) Tamíz N° 200 b) 95%
2. Incorporando el relave en la mezcla para su compactación	Variable Independiente: Incremento del relave minero producto del procesamiento de los minerales Variable Dependiente: Costo del proyecto	a) Óptimo contenido de humedad b) densidad máxima seca	a) 10.10% b) 2.33 gr/cm ³

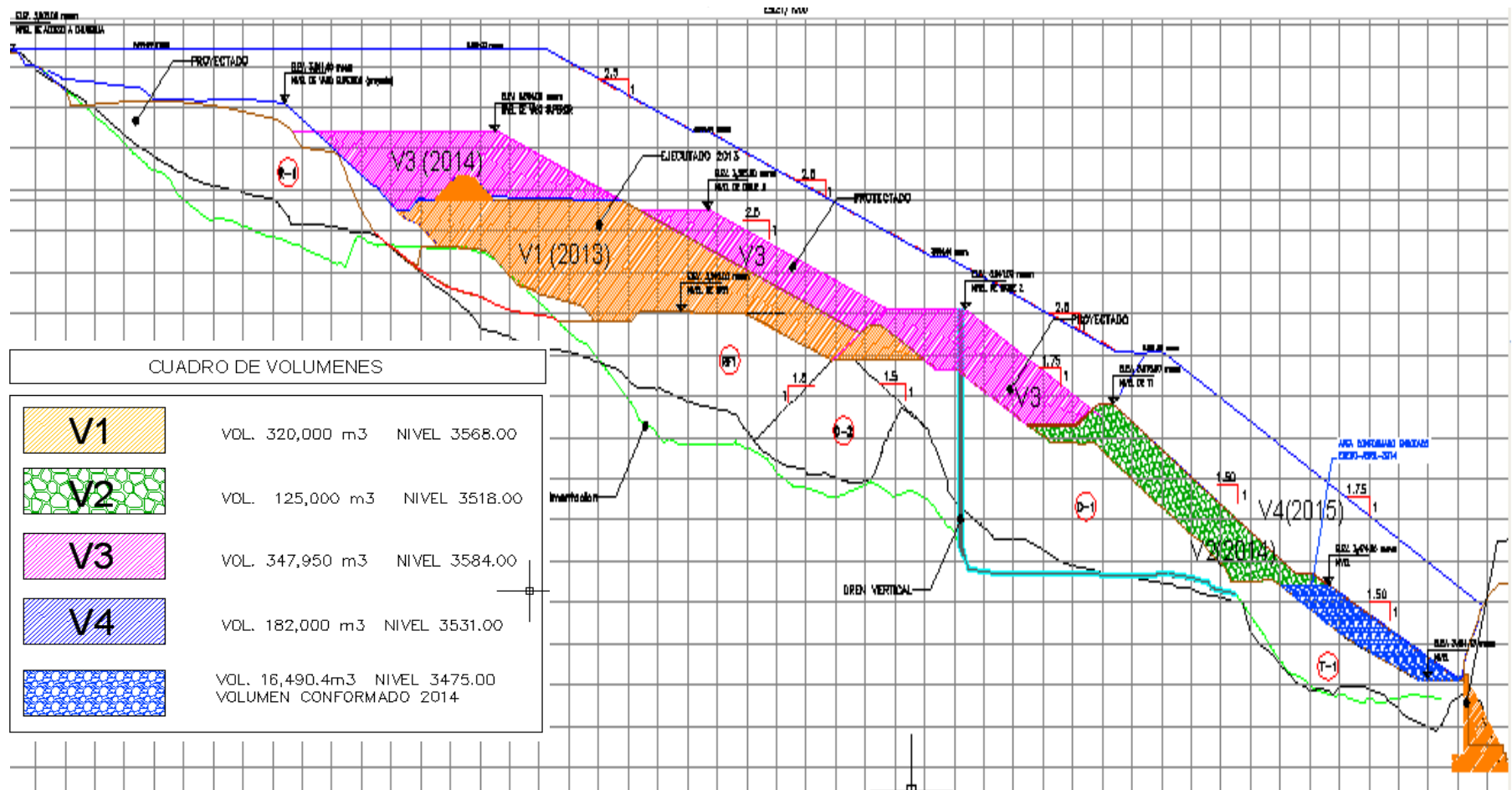
ANEXO 3. Presupuesto del Proyecto

Presupuesto					
Presupuesto	1101005	TRABAJOS DE COMPACTACION DE RELAVES DEPOSITO RELAVES			
Subpresupue	001	TRABAJOS DE COMPACTACION DE RELAVES DEPOSITO RELAVES			
Cliente	Catalina Huanca Sociedad Minera SAC			Costo al	19/04/2014
Lugar	AYACUCHO - VICTOR FAJARDO - CANARIA				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio US	Parcial US
01	Manejo de Relaves				2,392,843.06
0101	Obras Provisionales				60,200.00
010101	Movilización y desmovilización de equipos	glb	100	60,200.00	60,200.00
0102	Obras Preliminares				84,000.00
0102.01	Control topografico	mes	8.00	10,500.00	84,000.00
0103	Movimiento de Tierras				18,142.31
0103.01	Perfilado de Talud	m3	8,800.00	136	12,002.22
0103.02	Excavación para cimientos y encoches	m3	5,940.00	103	6,140.08
0104	Compactado de Relave				2,021,834.44
0104.01	Secado de relaves	m3	300,000.00	1.87	561,866.67
0104.02	Acopio de Relave Seco	m3	300,000.00	0.43	128,463.16
0104.03	Mezclado de Mat. Prestamo/Relave 3:1	m3	400,000.00	1.13	452,000.00
0104.04	Carguio de Mat. Mezclado	m3	400,000.00	0.57	229,784.62
0104.05	Conformado y Compactado de material	m3	400,000.00	1.62	649,720.00
0105	Sistema de drenaje				6,848.70
0105.01	Construcción de dren perimetral	m3	2,700.00	2.54	6,848.70
0106	Control de Calidad				52,000.00
0106.01	Pruebas de Control de calidad	mes	8.00	6,500.00	52,000.00
0107	Otros				149,817.62
0107.01	Manejo de Aguas y mantenimiento de accesos	est	100	149,817.62	149,817.62
	Costo Directo				2,392,843.06
	GASTOS GENERALES 18.0130%				430,711.75
	UTILIDAD 7%				167,499.01

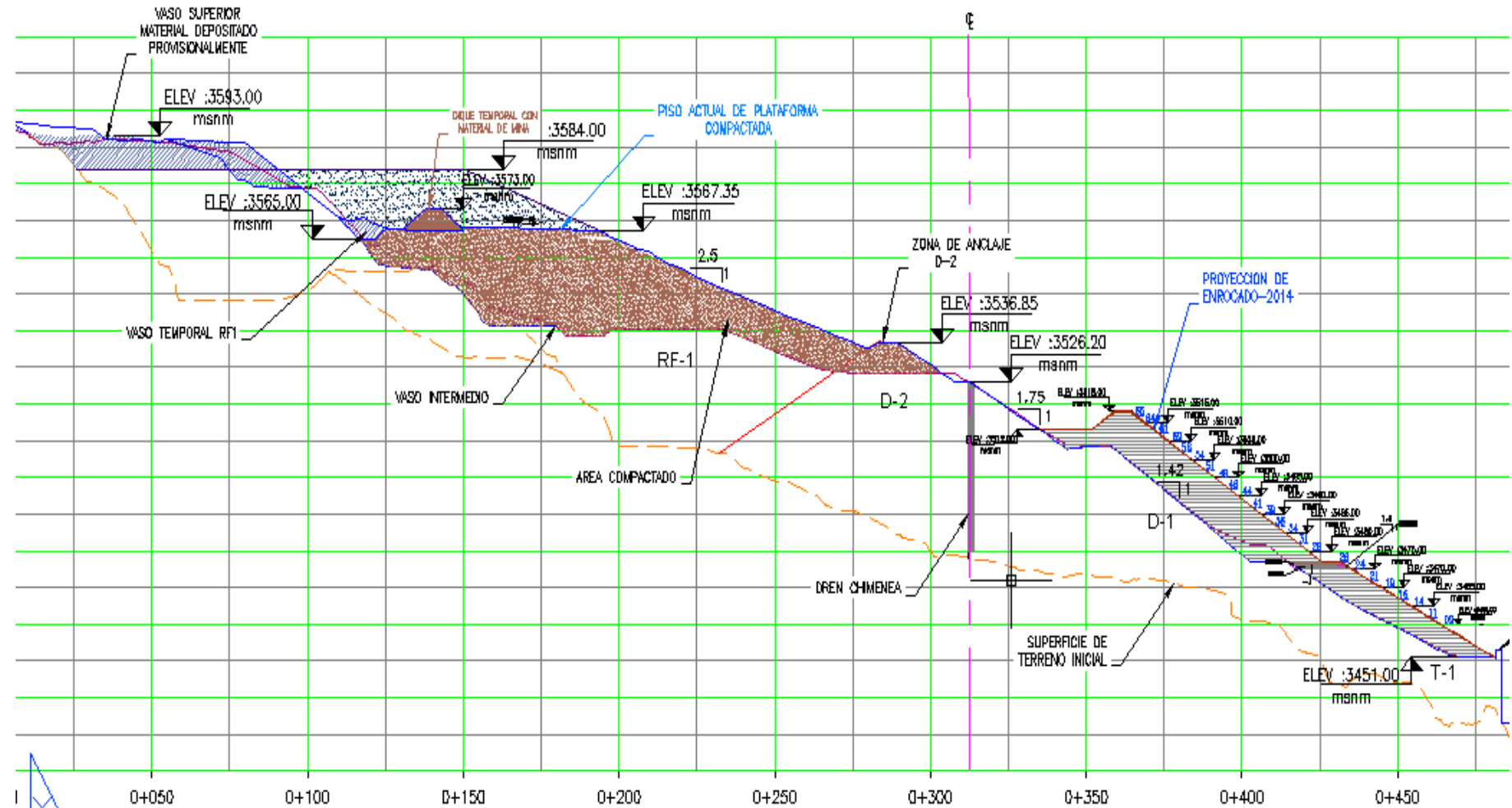
	TOTAL PRESUPUESTO US \$				2,991,053.83

Presupuesto realizado para este año 2014, Construcción de Dique con Tratamiento de Relave en Mina Catalina Huanca, un monto total de \$ 2, 991,053.83 dólares americanos.

ANEXO 4. Plano topográfico en corte del Dique con Relave en Mina Catalina Huanca



ANEXO 5. Plano topográfico en corte del Pedraplén en Mina Catalina Huanca



**CALCULO DE VOLUMEN PROYECTADO DE
ENROCADO T-1 26-ENERO-2014**

COTA (msnm)	Nº CAPA	ESPESOR (m)	AREA INF (m2)	AREA SUP (m2)	AREA PROMEDIO (m2)	VOLUMEN PROYECTADO (m3)	TOTAL ACUMULADO (m3)	OBSERVACIONES
3451.00				275.6				
3452.0	1.0	1.0	275.6	252.5	264.1	264.1	264.1	
3453.0	2.0	1.0	252.5	306.6	279.6	279.6	543.6	
3454.0	3.0	1.0	306.6	546.0	426.3	426.3	969.9	
3455.0	4.0	1.0	546.0	594.0	570.0	570.0	1539.9	
3456.0	5.0	1.0	594.0	601.7	597.9	597.9	2137.8	
3457.0	6.0	1.0	601.7	605.1	603.4	603.4	2741.2	
3458.0	7.0	1.0	605.1	608.2	606.7	606.7	3347.8	
3459.0	8.0	1.0	608.2	632.1	620.2	620.2	3968.0	
3460.0	9.0	1.0	632.1	669.3	650.7	650.7	4618.7	
3461.0	10.0	1.0	669.3	694.8	682.1	682.1	5300.7	
3462.0	11.0	1.0	694.8	716.1	705.5	705.5	6006.2	
3463.0	12.0	1.0	716.1	721.8	719.0	719.0	6725.1	
3464.0	13.0	1.0	721.8	717.6	719.7	719.7	7444.8	
3465.0	14.0	1.0	717.6	717.9	717.8	717.8	8162.6	
3466.0	15.0	1.0	717.9	728.8	723.4	723.4	8885.9	
3467.0	16.0	1.0	728.8	744.4	736.6	736.6	9622.5	
3468.0	17.0	1.0	744.4	755.9	750.2	750.2	10372.7	
3469.0	18.0	1.0	755.9	758.0	757.0	757.0	11129.6	
3470.0	19.0	1.0	758.0	764.5	761.3	761.3	11890.9	
3471.0	20.0	1.0	764.5	780.7	772.6	772.6	12663.5	
3472.0	21.0	1.0	780.7	794.1	787.4	787.4	13450.9	
3473.0	22.0	1.0	794.1	802.9	798.5	798.5	14249.4	
3474.0	23.0	1.0	802.9	811.7	807.3	807.3	15056.7	
3475.0	24.0	1.0	811.7	825.6	818.7	818.7	15875.3	
3475.7	25.0	0.7	825.6	958.2	891.9	624.3	16499.7	
3476.0	26.0	0.3	958.2	954.6	956.4	286.9	16786.6	ARCILLA
3477.0	27.0	1.0	954.6	1053.7	1004.2	1004.2	17790.7	FILTRO
3478.0	28.0	1.0	1138.0	1138.0	1138.0	1138.0	18928.7	
3479.0	29.0	1.0	1138.0	1222.6	1180.3	1180.3	20109.0	
3480.0	30.0	1.0	1222.6	1292.8	1257.7	1257.7	21366.7	
3481.0	31.0	1.0	1292.8	1331.8	1312.3	1312.3	22679.0	
3482.0	32.0	1.0	1331.8	1363.2	1347.5	1347.5	24026.5	
3483.0	33.0	1.0	1363.2	1390.6	1376.9	1376.9	25403.4	
3484.0	34.0	1.0	1390.6	1415.4	1403.0	1403.0	26806.4	

3485.0	35.0	1.0	1415.4	1436.0	1425.7	1425.7	28232.1	
3486.0	36.0	1.0	1436.0	1461.0	1448.5	1448.5	29680.6	
3487.0	37.0	1.0	1461.0	1501.5	1481.2	1481.2	31161.9	
3488.0	38.0	1.0	1501.5	1563.4	1532.4	1532.4	32694.3	
3489.0	39.0	1.0	1563.4	1639.7	1601.6	1601.6	34295.9	
3490.0	40.0	1.0	1639.7	1721.2	1680.5	1680.5	35976.3	
3491.0	41.0	1.0	1721.2	1770.1	1745.7	1745.7	37722.0	
3492.0	42.0	1.0	1770.1	1806.0	1788.1	1788.1	39510.0	
3493.0	43.0	1.0	1806.0	1842.4	1824.2	1824.2	41334.2	
3494.0	44.0	1.0	1842.4	1878.0	1860.2	1860.2	43194.5	
3495.0	45.0	1.0	1878.0	1921.5	1899.8	1899.8	45094.2	
3496.0	46.0	1.0	1921.5	1961.4	1941.5	1941.5	47035.7	
3497.0	47.0	1.0	1961.4	2023.3	1992.4	1992.4	49028.0	
3498.0	48.0	1.0	2023.3	2069.2	2046.3	2046.3	51074.3	
3499.0	49.0	1.0	2069.2	2109.7	2089.5	2089.5	53163.7	
3500.0	50.0	1.0	2109.7	2149.1	2129.4	2129.4	55293.1	
3501.0	51.0	1.0	2149.1	2185.6	2167.4	2167.4	57460.5	
3502.0	52.0	1.0	2185.6	2226.8	2206.2	2206.2	59666.7	
3503.0	53.0	1.0	2226.8	2268.9	2247.9	2247.9	61914.5	
3504.0	54.0	1.0	2268.9	2311.2	2290.1	2290.1	64204.6	
3505.0	55.0	1.0	2311.2	2353.8	2332.5	2332.5	66537.1	
3506.0	56.0	1.0	2353.8	2394.3	2374.1	2374.1	68911.1	
3507.0	57.0	1.0	2394.3	3441.7	2918.0	2918.0	71829.1	
3508.0	58.0	1.0	3441.7	2488.6	2965.2	2965.2	74794.3	
3509.0	59.0	1.0	4220.4	4220.4	4220.4	4220.4	79014.7	
3510.0	60.0	1.0	4220.4	4296.2	4258.3	4258.3	83273.0	
3511.0	61.0	1.0	4296.2	4362.5	4329.4	4329.4	87602.3	
3512.0	62.0	1.0	4362.5	4430.4	4396.5	4396.5	91998.8	
3513.0	63.0	1.0	2908.0	2595.8	2751.9	2751.9	94750.7	
3514.0	64.0	1.0	2908.5	2259.8	2584.2	2584.2	97334.8	
3515.0	65.0	1.0	2259.8	1936.9	2098.4	2098.4	99433.2	
3516.0	66.0	1.0	1936.9	1634.1	1785.5	1785.5	101218.7	
3517.0	67.0	1.0	1634.1	1212.6	1423.4	1423.4	102642.0	
3518.0	68.0	1.0	1212.6	772.9	992.8	992.8	103634.8	
TOTAL DE VOLUMEN PROYECTADO							103634.8	

ANEXO 7. Plano as built de la construcción del dique 2014

ANEXO 8. Plano as built de la construcción del Pedraplen 2014

